

MESTRADO EM ENGENHARIA SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS



Tese apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL EM MEIO HOSPITALAR – *OPEN SPACE*

Hugo Leandro Carvalho Pinto

Presidente: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista (FEUP)

Arguente: Professor Doutor Pedro Miguel Ferreira Martins Arezes (U. Minho)

Orientador: Professor Doutor Alberto Sérgio de Sá Rodrigues Miguel (FEUP)

Co-orientador: Professor Doutor Joaquim Eduardo Sousa Góis (FEUP)

2011/2012



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt

ISN: 3599*654



Telefone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Electrónico: feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Expresso o meu sincero reconhecimento e gratidão a todos aqueles que contribuíram para a concretização deste projecto.

Ao Prof. Doutor Sérgio Miguel, pelo apoio técnico e científico prestado, pela amizade, confiança, persistência e motivação demonstradas.

Ao Prof. Doutor Joaquim Góis, pela colaboração, entusiasmo e excelente apoio prestado a este estudo.

Ao Dr. Agostinho Lira, pela receptividade e compreensão possibilitando que a instituição que dirige contribuísse para a minha formação académica.

À colega Ana Braga, pelo apoio e esclarecimento nos dados obtidos.

Aos meus colegas de profissão que, directa ou indirectamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

Aos meus colegas da FEUP, pelo companheirismo e pela companhia nesta fase mas, principalmente, pela amizade.

À Raquel, aos meus pais e irmã, por todos os momentos de partilha, pela força e presença constante nesta jornada.

Sem vocês este estudo não seria possível,
a todos,
Muito obrigado.

RESUMO

O presente trabalho consiste num estudo de campo, realizado no Serviço de Patologia Clínica de um Centro Hospitalar, e pretende avaliar a importância que a exposição ao ruído ocupacional, num *open space*, poderá ter para os diferentes profissionais de saúde.

A metodologia utilizada residiu na análise dos níveis de pressão sonora nos diferentes postos de trabalho, e posterior preenchimento de um questionário, com vista à avaliação subjectiva do respectivo ruído e também da sensibilidade ao ruído em geral, por parte dos profissionais de saúde afectos àqueles postos. Para o efeito, foi utilizado o método EWA (*Ergonomic Workplace Analysis*) e uma versão simplificada da escala de sensibilidade ao ruído de Weinstein.

Considerou-se, então, a divisão daqueles profissionais em 2 grupos diferentes, um com níveis de exposição ao ruído inferiores a 65 dB (A) (grupo de controlo) e outro com níveis de exposição entre 65 e 80 dB (A), respectivamente com 26 e 23 indivíduos. Estes grupos foram submetidos a um conjunto de testes de natureza cognitiva, tendo em vista conhecer a reacção dos profissionais de saúde em ambos os contextos.

Teve-se em conta, ainda, uma outra divisão, considerando elementos sensíveis (20) e não sensíveis ao ruído (29), segundo o critério de Weinstein.

Para o tratamento de toda a informação disponível recorreu-se a técnicas no âmbito da estatística multivariada, em particular à aplicação da Análise Factorial das Correspondências Binárias (AFCB). Desta forma foi possível identificar, entre as diferentes variáveis e respectivas modalidades (categorias em que foram divididas as variáveis), as estruturas interrelacionais fortes, presentes na matriz inicial dos dados.

Dos estudos efectuados, emergem, claramente, fortes correlações entre os locais de trabalho (*open space* versus gabinetes), as modalidades de EWA (objectivo e subjectivo), os vários níveis de desempenho (representados pelas diferentes modalidades da variável *Score*) e algumas das profissões consideradas neste trabalho.

Palavras-chave: ruído, níveis de exposição, centro hospitalar, desempenho, sensibilidade.

ABSTRACT

The present work consists of a field study, conducted at the Department of Clinical Pathology of a Hospital Center, and intends to evaluate the importance that the occupational noise exposure in an open space might have for the different health professionals.

The methodology used has consisted in the analysis of sound pressure levels in different workplaces, and subsequent completion of a questionnaire, aiming at the subjective evaluation of the respective noise and also the noise sensitivity in general, associated to health professionals at those workplaces. For this purpose, EWA (Ergonomic Workplace Analysis) method and a simplified version of Weinstein's scale of noise sensitivity were used.

It was considered, then, the division of those professionals in 2 different groups, one with noise exposure levels below 65 dB (A) (control group) and another one with exposure levels between 65 and 80 dB (A), respectively 26 and 23 individuals. These groups were submitted to a set of tests of a cognitive nature, in order to know the reaction of health professionals in both contexts.

Another division was still taken into account, considering sensitive elements (20) and non sensitive ones (29) to noise, according Weinstein' criterion. For the treatment of all the available information, techniques in the context of multivariate statistics were used, in particular, the Factorial Analysis of Binary Correspondences (FABC).

It was then possible to identify, among the different variables and its modalities (categories in which the variables were divided), strong inter-relational structures present in the initial data matrix.

From carried out studies, emerge, clearly, strong correlations between the work places (open space versus offices), EWA modalities (objective and subjective), different levels of performance (represented by different modalities of Score variable) and some of the professions considered in this work

Keywords: Noise exposure levels, hospital center, performance, sensitivity.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
2	ESTADO DA ARTE	5
2.1	Enquadramento Legal e Normativo	5
2.1.1	Legislação	5
2.1.2	Normas	6
2.2	Referenciais Técnicos	7
2.2.1	Anatomia e fisiologia do ouvido	7
2.2.2	Características do som	9
2.2.3	Conceito de ruído	11
2.2.4	Risco de perda auditiva.....	12
2.3	Conhecimento Científico	15
2.3.1	Ruído ocupacional em meio hospitalar - <i>Open Space</i>	15
2.3.2	Sensibilidade individual ao ruído e desempenho cognitivo	19
3	OBJECTIVOS E METODOLOGIA	23
3.1	Objectivos da Tese.....	23
3.2	Metodologia Global de Abordagem	23
3.3	Materiais e Métodos.....	24
3.3.1	Caracterização do Serviço de Patologia Clínica.....	24
3.3.2	Avaliação do ruído.....	26
3.3.3	Avaliação segundo a metodologia EWA.....	27
3.3.4	Avaliação da sensibilidade individual ao ruído	28
3.3.5	Testes de desempenho cognitivo	29
4	TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	31
4.1	Caracterização da população do serviço de Patologia Clínica	31
4.2	Níveis de exposição sonora por sectores	34
4.3	Avaliação segundo a metodologia EWA	35
4.4	Avaliação da sensibilidade individual ao ruído	37
4.5	Análise factorial das correspondências	38
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	43

6	CONCLUSÕES	49
7	PERSPECTIVAS FUTURAS	51
8	BIBLIOGRAFIA	53
	ANEXOS.....	61
	Anexo 1 – Questionário ao trabalhador	62
	Anexo 2 – Tabela de caracterização da amostra	63
	Anexo 3 – Tabela de variância explicativa atribuída a cada eixo na AFCB.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corte esquemático do aparelho auditivo humano (Netter, 2007).	7
Figura 2. Membrana timpânica, sistema ossicular do ouvido médio e interno (Netter, 2007).....	8
Figura 3. Relação do limiar de audição e da percepção somestésica (limiar de dor e tacto) com o nível de energia sonora de cada frequência. (Guyton, <i>et al.</i> , 2006)	10
Figura 4. Percepção do ruído (Agência Portuguesa do Ambiente, acedido em www.apambiente.pt , em 13/02/2012)	12
Figura 5. Corte através de uma das voltas da córnea (Guyton, <i>et al.</i> , 2006).....	15
Figura 6. Serviço de Patologia Clínica do Centro Hospitalar	24
Figura 7. Cadeia de química clínica (fase de implementação em 17/05/2011).....	25
Figura 8. Sonómetro SC-160 (CESVA)	26
Figura 9. Estímulos visuais (alfabéticos e geométricos) observados no teste de desempenho cognitivo.	29
Figura 10. Esquema representativo da aplicação das teclas.	30
Figura 11. Caracterização da amostra segundo o género.	31
Figura 12. Caracterização da amostra por idades.	32
Figura 13. Caracterização da amostra por anos de serviço.....	32
Figura 14. Caracterização da amostra por categoria profissional.....	33
Figura 15. Caracterização da amostra por característica do local de trabalho.	34
Figura 16. Caracterização da amostra por modalidade de EWA medido.....	36
Figura 17. Caracterização da amostra por modalidade de percepção do ruído	36
Figura 18. Caracterização da amostra atendendo à sensibilidade ao ruído	37
Figura 19. Matriz de partida para a Análise de Dados (AFC).....	38
Figura 20. Retroacção em análise factorial (Pereira, G., 1990).....	39
Figura 21. AFCB – Projecção das modalidades (Plano Factorial - 1, 2).....	45
Figura 22. AFCB – Projecção das modalidades (Plano Factorial - 1, 3).....	46
Figura 23. AFCB – Projecção das modalidades (Plano Factorial - 1, 4).....	47
Figura 24. AFCB – Projecção das modalidades (Plano Factorial - 1, 5).....	48
Figura 25. AFCB – Projecção dos indivíduos (Plano Factorial - 1, 2).....	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Valor limite de exposição e valores limite de acção.....	6
Tabela 2. Percentagem de perda de audição devida exclusivamente a causas naturais (NP 1733:1981).....	13
Tabela 3. Matriz de perdas auditivas decorrentes da exposição ao ruído (Arezes, P., <i>et al.</i> , 2002).....	13
Tabela 4. Exemplos de níveis de pressão sonora (Pugh, 2007).....	17
Tabela 5. Limites de ruído para hospitais, recomendados por várias organizações.....	17
Tabela 6. Nível de risco associado aos níveis sonoros $L_{EX, 8h}$	27
Tabela 7. Níveis de pressão sonora por sector de trabalho.....	34
Tabela 8. Caracterização da amostra pela metodologia EWA	35
Tabela 9. Excerto da tabela, codificada em disjuntiva completa, sujeita à AFCB.....	41
Tabela 10. Contribuições absolutas das modalidades nos eixos factoriais.....	43

GLOSSÁRIO/SIGLAS/ABREVIATURAS/...

«*Exposição pessoal diária ao ruído*», $L_{EX,8h}$, o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, calculado para um período normal de trabalho diário de oito horas (T_0), que abrange todos os ruídos presentes no local de trabalho, incluindo o ruído impulsivo, expresso em dB(A).

«*Média semanal dos valores diários da exposição pessoal ao ruído*», $L_{EX,8h}$, a média dos valores de exposição diários, com uma duração de referência de quarenta horas.

«*Nível de pressão sonora de pico*», L_{Cpico} , o valor máximo da pressão sonora instantânea, ponderado C, expresso em dB(C).

«*Nível sonoro contínuo equivalente*», $L_{Aeq,T}$, ponderado A de um ruído num intervalo de tempo T , é o nível sonoro, expresso em dB(A).

«*Ruído impulsivo*», o ruído constituído por um ou mais impulsos de energia sonora, tendo cada um, uma duração inferior a um segundo, e separados por mais de 0,2 segundos.

«*Valores de acção superior e inferior*», os níveis de exposição diária ou semanal ou os níveis da pressão sonora de pico que em caso de ultrapassagem implicam a tomada de medidas preventivas adequadas à redução do risco para a segurança e saúde dos trabalhadores.

«*Valores limite de exposição*», o nível de exposição diária ou semanal ou o nível de pressão sonora de pico que não deve ser ultrapassado.

«*Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno (L_{den})*», é expresso em dB(A), associado ao incómodo global nos três períodos do dia, de acordo com o RGR.

«*Indicador de ruído nocturno (L_n) ou (L_{night})*», é o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos nocturnos representativos de um ano.

Siglas	Designação
μPa	Micro Pascal
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CE	Comunidade Europeia
dB	Decibel
dB(A)	Decibel com filtro de ponderação A
dB(C)	Decibel com filtro de ponderação C
EWA	<i>Ergonomic Workplace Analysis</i>
Hz	Hertz
KHz	Kilo Hertz
NC	<i>Noise Criterion</i>

NP	Norma Portuguesa
OMS	Organização Mundial de Saúde
PTS	<i>Permanent Threshold Shift</i>
RGR	Regulamento Geral do Ruído
TTS	<i>Temporary Threshold Shift</i>
UCI	Unidade de Cuidados Intensivos
UK	<i>United Kingdom</i>
US EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
WNS	<i>Weinstein's Noise Sensitivity Scale</i>

1 INTRODUÇÃO

O conforto acústico tem vindo a desempenhar um papel cada vez mais importante na melhoria das condições de trabalho. Particularmente, em meio clínico ou hospitalar, a importância é acrescida, dado abranger não só os profissionais de saúde, como os próprios pacientes.

A exposição prolongada a níveis de ruído ambiental elevado pode ser extremamente nociva para o organismo humano, não se limitando apenas às perdas a nível auditivo. Podem, como demonstrado por vários autores (Guyton *et al.*, 2006; Miguel, S. A., 2010; Suter, 2009), conduzir ao esgotamento físico e a alterações químicas, metabólicas e mecânicas do órgão sensorial auditivo, o ouvido.

A legislação portuguesa, consubstanciada, essencialmente, no Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de Setembro, considera o risco de perda auditiva a níveis de exposição de pressão sonora superiores a 80 dB(A). A inexistência de directrizes nacionais para o controlo do ruído em meio hospitalar faz com que exista necessidade de adoptar ferramentas que permitam avaliar este risco para os profissionais de saúde, deste modo, reconhecendo os respectivos impactos negativos do ruído (Santos, J. *et al.*, 2012).

Por outro lado, para níveis de exposição inferiores a 80 dB(A), não existe qualquer disposição legal. Os níveis sonoros de baixa frequência influenciam, sobretudo o desempenho dos profissionais em tarefas de índole cognitiva e que requerem especial atenção. Estes níveis podem originar falta de concentração, sonolência e pressão no tímpano (Bengtssona *et al.*, 2003).

Os níveis elevados de exposição ao ruído já são, em parte, reconhecidos como nocivos para a saúde dos trabalhadores, mas, para baixos níveis de exposição, os respectivos efeitos tendem a ser menosprezados. Vários estudos referem, no entanto, esta exposição ocupacional como um factor de perturbação da saúde individual e do bem-estar dos trabalhadores expostos (Bengtssona, *et al.*, 2003; Hasfeldt *et al.*, 2010; Vehid *et al.*, 2011). Esta perturbação aumenta com a fraca percepção dos seus efeitos, potenciando, assim, uma menor protecção ou desvalorização do risco.

Através dos vários estudos de revisão já realizados (Hasfeldt, *et al.*, 2010; Konkani *et al.*, 2011), concluiu-se, que os níveis mais baixos de exposição sonora não provocam perdas auditivas nos trabalhadores mas são suficientemente altos para lhes poderem provocar distúrbios fisiológicos, psicológicos e comportamentais, condicionando assim a sua prestação em tarefas com alguma exigência cognitiva: a nível da concentração, tempos de reacção, capacidade de memória e decisão (Berglund *et al.*, 1999; Stansfeld *et al.*, 2003; Suter, 2009). Nesses mesmos estudos referem-se as alterações comportamentais e fisiológicas em doentes internados e de profissionais de saúde afectos a esses serviços de internamento (Busch-Vishniac *et al.*, 2005; Holsbach *et al.*, 2001; Lawson *et al.*, 2010; Olivera *et al.*, 2011; Orellana *et al.*, 2007).

Segundo Pope (2010), as instalações hospitalares e as demais unidades de saúde, geralmente, apresentam tectos, paredes e pavimentos que reflectem o som e originam tempos de reverberação longos que promovem ecos, mistura e sobreposição de sons, contribuindo assim para o agravamento do problema do ruído (Pope, 1995).

O ambiente de trabalho em *open-space* tem como fim melhorar a comunicação e a relação entre colegas de trabalho, eliminar barreiras físicas entre os diferentes níveis de organização e proporcionar um melhor ambiente de trabalho. Para além disso, pode contribuir para o aumento da produtividade e para a rentabilização do espaço de trabalho (Teixeira, 2010). No entanto, neste caso, os tempos de reverberação são superiores.

Segundo Busch-Vishniac *et al.* (2005), os dados recolhidos em vários hospitais, nos últimos 45 anos, indicam uma tendência crescente dos níveis de pressão sonora em meio hospitalar, durante o horário diurno e nocturno.

Nos últimos anos têm sido publicados muitos trabalhos de investigação no seio hospitalar que sugerem várias associações da exposição ao ruído a outras consequências para além da hipoacusia (Santos, M., 2012). Em alguns casos podem mesmo causar perda auditiva em doentes que estão a receber substâncias ototóxicas (Campo *et al.*, 2009; Kahn *et al.*, 1998), aumentando dessa forma, o tempo de internamento (Pereira, R. *et al.*, 2003) e consequentemente o custo do tratamento.

A evidência sugere que os níveis sonoros, mesmo baixos, como por exemplo, 60 dB(A), têm efeitos fisiológicos, tais como: alterações na circulação sistémica, designadamente, constrição dos vasos sanguíneos periféricos e perturbações circulatórias e, inclusivamente, hipertensão (Konkani, *et al.*, 2011; Lawson, *et al.*, 2010), aumento da secreção e da mobilidade gástrica, contracção muscular, enfraquecimento das respostas imunitárias, para além da intensificação das alergias para os grupos profissionais expostos ao ruído (Fass *et al.*, 2008; Goines *et al.*, 2007).

Na realidade, em alguns contextos de trabalho, os níveis de exposição ao ruído não são suficientemente altos para causar danos irreversíveis no ouvido, mas, sobretudo em tarefas que exigem concentração, podem afectar a velocidade de reacção e a memória, bem como a tomada de decisão (Arezes, P. M. *et al.*, 2009). Estes aspectos estão relacionados com os níveis sonoros, fontes de ruído e desempenho dos trabalhadores e podem ser críticos na comunicação e interpretação das mensagens. Em alguns casos, podem levar a uma decisão errada no momento errado, com graves implicações para o paciente (Hasfeldt, *et al.*, 2010; Konkani, *et al.*, 2011; Orellana, *et al.*, 2007).

A aplicação de determinadas metodologias contribui para aferir, na ausência de legislação, o impacto negativo do ruído permitindo uma avaliação real da situação do trabalho (Costa, 2004).

Foi desenvolvido um questionário para avaliar a percepção ao ruído e a sensibilidade ao mesmo pelas metodologias *Ergonomic Workplace Analysis* (EWA) e *Weinstein's Noise Sensitivity Scale* (WNS), respectivamente. A escala WNS compreende uma série de questões que abordam reacções efectivas ao ruído numa grande variedade de situações. Belojevic *et al.* (2003) e Kishikawa *et al.* (2006) nos seus trabalhos referem que a escala de sensibilidade ao ruído de Weinstein é considerada satisfatória devido às respectivas propriedades psicométricas de fiabilidade, consistência interna, estrutura factorial e validade de construção.

As medições do ruído foram efectuadas durante o horário normal de trabalho (8h-17h), tendo em conta a obtenção de valores representativos da exposição real. Providenciou-se que, durante a avaliação, os trabalhadores desempenhassem as suas tarefas usando os métodos e as cadências habituais, a fim de assegurar representatividade à avaliação.

Foram aplicados testes cognitivos, desenvolvidos pelo *Cognitive Labs* ("Brain Aging Test Alzheimer's, Your Memory and Thinking Test: Check Your Memory and Thought Speed," 2008), os quais permitem avaliar a capacidade cognitiva dos indivíduos, aferir a sua memória imediata e, mais concretamente, a capacidade de processamento da informação visual recepcionada e o tempo de reacção. Estes testes treinam a atenção e a velocidade de processamento, avaliando a consolidação da memória verbal e visual-espacial, através de um conjunto de tarefas cognitivas que avaliam a longevidade dos indivíduos (Drury *et al.*, 2005; Ljungberg *et al.*, 2007; Tafalla *et al.*, 1997).

Pretendeu-se, assim, averiguar a sensibilidade ao ruído e a respectiva percepção, decorrente da exposição ao ruído ocupacional no Serviço de Patologia Clínica.

No final, analisaram-se as limitações e as potencialidades que surgiram no decurso deste estudo, procurando também evidenciar-se a necessidade de se observarem alguns cuidados a ter neste tipo de investigação. Ressalta a necessidade de se considerarem, em termos de legislação, os efeitos do ruído em profissionais no sector da saúde, cujo nível de pressão sonora a que estão expostos não é suficientemente elevado para causar perdas auditivas, mas que poderá estar na origem de efeitos extra-auditivos, que afectam a sua saúde e comprometem o seu desempenho.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Enquadramento Legal e Normativo

2.1.1 Legislação

A exposição ocupacional ao ruído tem sido largamente estudada ao longo dos anos, não sendo igualmente um risco exclusivo dos nossos tempos. Já antes da revolução industrial, embora com muito menor incidência, as pessoas já se viam expostas a ruídos perigosos nos seus ambientes de trabalho. Terá sido em plena revolução industrial, e de modo particular com a invenção da máquina a vapor que se passou a olhar o ruído como um factor de risco ocupacional (Arezes, P. *et al.*, 2002).

A prevenção da exposição ao ruído e o controlo da poluição sonora tem vindo a assumir um papel importante na legislação portuguesa, salvaguardando, desse modo a saúde humana e o bem-estar das populações. Esta matéria encontra-se regulamentada no ordenamento jurídico português na Lei de Bases do Ambiente, desde 1987, pelo então denominado Regulamento Geral do Ruído (RGR) (Decreto-Lei nº 251/87, de 24 de Junho; alterado pelo Decreto-Lei nº 292/2000, de 14 de Novembro e revisto pelo Decreto-Lei nº 259/2002, de 23 de Novembro (Sousa, 2006). Desde então, foram introduzidas algumas alterações de forma a reforçar aplicação do princípio da prevenção em matéria de ruído. O actual RGR foi aprovado pelo Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de Janeiro, tendo sido rectificado pela Declaração de Rectificação nº 18/2007, de 16 de Março, e alterado, mais recentemente, pelo Decreto-Lei nº 278/2007, de 1 de Agosto. Estas disposições aplicam-se às actividades ruidosas permanentes e temporárias e a outras fontes de ruído susceptíveis de causar incomodidade, designadamente: na construção, reconstrução, ampliação, alteração ou conservação de edificações; obras de construção civil; laboração de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços; equipamentos para utilização no exterior; infra-estruturas de transporte, veículos e tráfegos; espectáculos, diversões, manifestações desportivas, feiras e mercados; sistemas sonoros de alarme.

O Decreto-Lei 9/2007 refere os hospitais como zonas sensíveis. Estas não devem ficar expostas a valores de ruído ambiente superiores a 55 dB(A), expressos pelo indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno e superiores a 45 dB(A), expressos pelo indicador ruído nocturno.

A Directiva nº 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído, tendo sido transposta para a legislação portuguesa pelo Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de Setembro. Este diploma regulamenta os valores-limite e de acção, no que concerne à exposição pessoal diária de um trabalhador e

ao nível de pressão sonora de pico. Determina também um conjunto de medidas a aplicar sempre que sejam atingidos ou ultrapassados esses valores protegendo o trabalhador.

Os valores limite de exposição não devem ser ultrapassados e, sempre que se atinjam os valores de acção de exposição (inferiores/superiores) existe a necessidade de adopção de programas de medidas específicas, verificar valores na tabela 1.

Tabela 1. Valor limite de exposição e valores limite de acção

Decreto-Lei nº 182/2006		
	$L_{EX, 8h}$ dB(A)	L_{Cpico} dB(C)
Valor Limite de Exposição	87	140
Valor de Acção Superior	85	137
Valor de Acção Inferior	80	135

É importante referir o Decreto-Lei nº 352/2007, de 23 de Outubro, respeitante à Tabela Nacional de Incapacidades para acidentes de trabalho e doenças profissionais, que estabelece no Anexo II a tabela para perdas auditivas e coeficientes de ponderação de acordo com a idade e o tempo de exposição.

2.1.2 Normas

Norma Portuguesa NP 1730-1,2,3:1996. Estabelece que a avaliação do grau de incomodidade sonora é feita a partir da diferença entre o nível sonoro equivalente do ruído perturbador e o nível sonoro do ruído de fundo, excedido em 95% do tempo. É uma definição importante para avaliar a legitimidade duma reclamação de um cidadão contra uma empresa vizinha ruidosa

Norma Portuguesa NP 1733:1981. Estabelece como avaliar a incapacidade por perda da audição, como calcular os diversos níveis sonoros equivalentes, os riscos que lhe estão associados e os limites admissíveis.

2.2 Referenciais Técnicos

2.2.1 Anatomia e fisiologia do ouvido

O sistema auditivo humano é altamente sensível e susceptível a fontes ruidosas, as quais podem causar danos irreversíveis na sua função. O ouvido humano actua como um transdutor, capaz de captar ondas sonoras e transformá-las em sinal eléctrico, que através do nervo acústico gera no cérebro a sensação sonora (Guyton, *et al.*, 2006).

Anatomicamente o órgão da audição, ou ouvido, divide-se em três partes distintas: o ouvido externo, o ouvido médio e o ouvido interno.

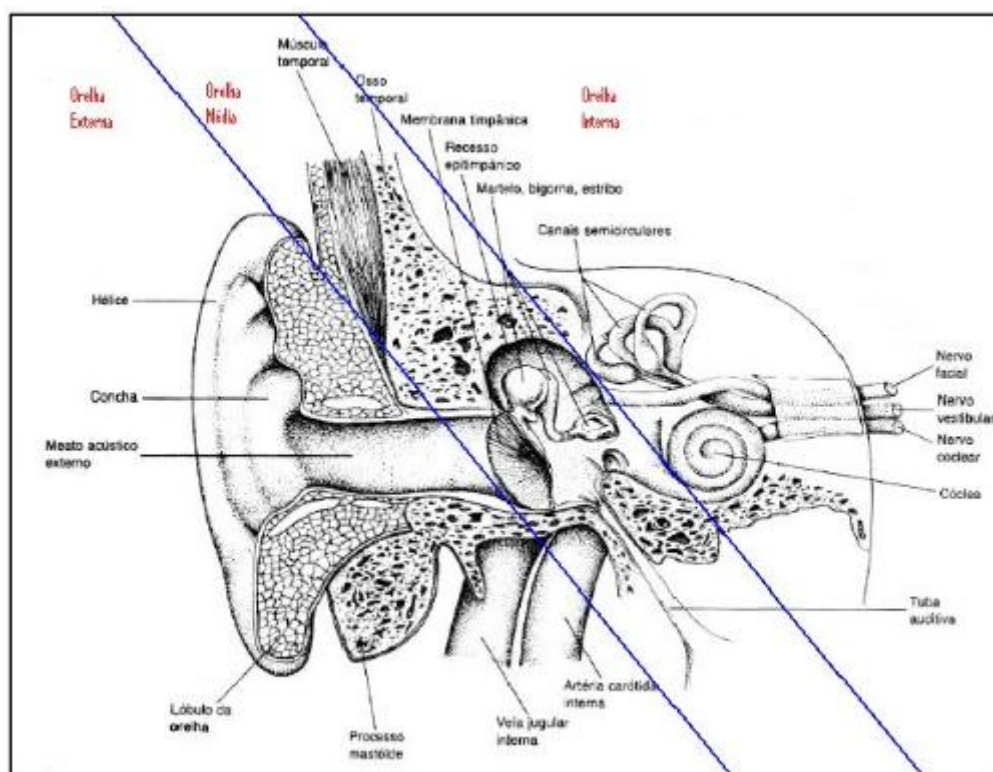


Figura 1. Corte esquemático do aparelho auditivo humano (Netter, 2007).

O ouvido externo e o ouvido médio estão associados com vista à recepção dos sons e transformação de energia acústica em energia mecânica. O ouvido interno tem como função a transformação desta energia numa série de impulsos nervosos que serão encaminhados para o cérebro.

Funcionalmente, o ouvido externo visível na figura 1 é constituído pelo pavilhão auricular e pelo canal auditivo externo. O pavilhão auricular, com a excepção do lóbulo da orelha, é formado por uma cartilagem elástica recoberta pela pele e fixado na sua posição por ligamentos, músculos e pela continuidade com a cartilagem do canal auditivo externo. O canal auditivo externo é constituído no seu terço externo pela continuação da cartilagem do pavilhão auricular e nos seus dois terços internos pelas porções timpânica e escamosa do

osso temporal. Está revestido por uma pele espessa ao nível do terço externo, contendo numerosos folículos pilosos, glândulas sebáceas e glândulas ceruminosas que produzem o cerúmen.

O ouvido médio é constituído pela membrana do tímpano (figura 2), que separa o ouvido médio do ouvido externo, e pela cavidade do ouvido médio e seu conteúdo (ossículos - martelo, bigorna e estribo). O estribo está ligado à membrana que separa o ouvido médio do ouvido interno, a qual se designa por janela oval. No ouvido médio estão contidos dois músculos que operam no martelo (*tensor tympani*) e no estribo (*stapedius*), contraindo-se na resposta a níveis sonoros elevados. A sua acção reduz a amplitude do movimento dos ossículos, limitando assim a intensidade sonora transmitida ao ouvido interno.

O ouvido interno está inserido numa cápsula óssea, que se designa por labirinto ósseo, comunica com o ouvido médio pela janela oval e ainda pela janela redonda. O ouvido interno é um sistema complexo de canais preenchidos por um líquido (perilinf) e pode ser dividido em dois sistemas: a cóclea ou caracol, que é um órgão de audição, e os órgãos de equilíbrio, de entre os quais se destacam os canais semicirculares.

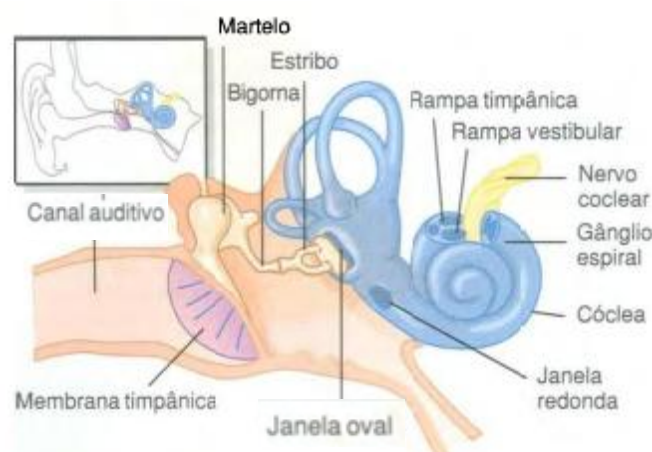


Figura 2. Membrana timpânica, sistema ossicular do ouvido médio e interno (Netter, 2007).

A cóclea é uma estrutura altamente especializada como órgão receptor de sons. Tem a forma de caracol, é um canal de paredes ósseas enrolado em forma de espiral (figura 2). No seu interior existe uma proporção membranosa de volume aproximado de 0,2 mililitros, e este espaço contém entre mais de 30000 células capilares que actuam como transdutor de vibração mecânica para impulsos e aproximadamente 20000 a 30000 fibras basilares que transmitem os impulsos para o cérebro e vice-versa (Guyton, *et al.*, 2006).

A membrana vestibular (ou de Reissner), e o lado inferior a membrana basilar apresenta uma estrutura histológica complexa, sobre ela encontra-se o órgão de Corti, que contém as células ciliadas responsáveis pela audição.

Os sons agudos geram ondas que atingem o máximo de vibração na base da cóclea, ao passo que os sons graves atingem o máximo no seu topo.

O influxo nervoso é posteriormente levado pelo nervo coclear até ao córtex cerebral, onde se torna consciente.

Em resumo, uma alteração vibratória da pressão sobre a membrana timpânica é transmitida pelos ossículos ao líquido do ouvido interno através da janela oval. As vibrações propagam-se, então, à membrana basilar, produzindo esforços transversais nas células ciliadas do órgão de Corti. Estes esforços culminam na transmissão nervosa ao cérebro através de potenciais de acção (Arezes, P. M., 2002).

2.2.2 Características do som

O som pode ser definido como qualquer variação de pressão passível de identificação pelo ouvido humano (Arezes, P. M., 2002). Para Miguel (2010), qualquer fonte sonora que emite uma determinada potencia acústica, característica e de valor fixo, relacionada com a saída da mesma.

A percepção e propagação das vibrações sonoras originadas por uma fonte dependem de vários factores, tais como, distancia e orientação do receptor, variações da temperatura, o tipo de local, etc. O som origina uma série de ondas de compressão repetidas, que se propagam através do ar em forma de ondas a uma velocidade aproximada de 321,8 m/s (metros por segundo) e, ao alcançar o ouvido, produzem sensações sonoras. Citando Guyton e Hall (2006) o ouvido humano possui a função de converter o som em impulsos nervosos, ou seja, sinais eléctricos que são conduzidos ao cérebro produzindo as sensações sonoras.

A medida da pressão sonora numa escala linear é contudo impraticável, pois compreende cerca de 1 milhão de unidades. Com efeito, o limiar da audibilidade a 1000 hertz (Hz) é provocado por uma pressão de 20µpascal (µPa), sendo que o limiar da dor ocorre a uma pressão de 100 Pa. Além disso, o ouvido não responde linearmente aos estímulos, mas sim logaritmicamente. Por estas razões, os parâmetros acústicos são avaliados numa escala logarítmica, expressa em decibéis (dB). O décibel é, por definição, o logaritmo da razão entre o valor medido e um valor de referência padronizado, e corresponde, praticamente, à mais pequena variação da pressão sonora que um ouvido humano normal pode distinguir, nas condições normais de audição (Miguel, S. A., 2010).

Miguel (2010) salienta que na generalidade dos casos, o nível sonoro varia com o tempo, sendo necessário explicitar uma relação entre o nível e a sua duração. Tal objectivo é conseguido através do nível sonoro contínuo equivalente, que representa um nível sonoro constante que, se estivesse presente durante todo o tempo de exposição, produziria os mesmos efeitos, em termos de energia, que o nível variável. A decisão acerca da tolerabilidade para uma exposição de curta duração a ruídos contínuos depende da forma como se estima que o ouvido faz a integração da quantidade de ruído recebido num determinado intervalo de tempo.

A duração do som é medida em segundos (s). Assim, os sons são classificados como sendo de curta ou ampla duração, sendo que os de curta soa aqueles que duram menos de 0,1s e que dificultam a percepção e os de ampla duração duram mais de 1s.

Segundo Guyton e Hall (Guyton, *et al.*), a intensidade é determinada pelo sistema auditivo pelo menos por três formas (figura 3). Em primeiro lugar, à medida que o som se torna mais intenso, a amplitude de vibração da membrana basilar e das células cíliadas também aumenta, de forma que as células cíliadas excitam as terminações nervosas em frequências mais elevadas. Em segundo lugar, à medida que a amplitude de vibração aumenta, cada vez mais células cíliadas, nas margens da porção ressonante da membrana basilar, ficam estimuladas, causando, assim, uma transmissão espacial dos impulsos, isto é, uma transmissão através das fibras nervosas. Em terceiro lugar, as células cíliadas externas, se estimuladas, indicam ao sistema nervoso que o som é intenso, ou seja, a vibração da membrana basilar atinge uma intensidade elevada.

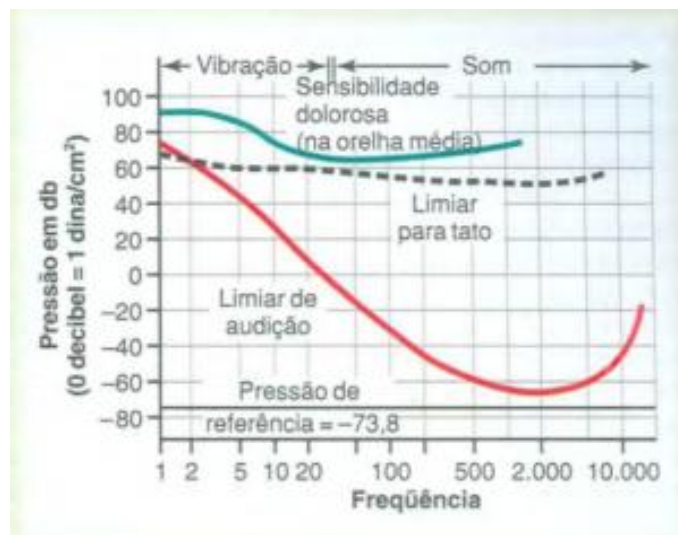


Figura 3. Relação do limiar de audição e da percepção somestésica (limiar de dor e tacto) com o nível de energia sonora de cada frequência. (Guyton, *et al.*, 2006)

O som apresenta-se em frequência e espectro, no qual, a pressão oscila um determinado número de vezes por segundo, à volta da pressão atmosférica. O número de flutuações ou períodos (s) define a frequência (Hz) do som. Pode ser calculada pela equação:

$$f = \frac{1}{T}$$

onde:

f - frequência em hertz;

T - período em segundos.

Para se ter uma noção exacta da composição do ruído é necessário determinar o nível sonoro para cada frequência.

Este tipo de análise chama-se análise espectral, ou análise por frequência, e costuma ser representada graficamente num sistema de eixos onde as frequências se situam no eixo das abcissas e os níveis sonoros no eixo das ordenadas.

A escala de frequências é, usualmente, dividida em três grandes grupos:

- infra-sons;
- gama de frequências audível;
- ultra-sons.

A gama audível compreende os sons cujas frequências vão de 20 a 20 000 Hz e, como o seu nome sugere, é susceptível de provocar reacção ao nível da audição humana. Abaixo de 20 Hz situam-se os infra-sons e acima de 20.000 Hz os ultra-sons.

A gama audível está dividida em 10 grupos de frequências designados por oitavas. Cada oitava, por seu turno, está subdividida em 3 grupos de terços de oitava. A designação de cada oitava corresponde à sua frequência central, que é o dobro da frequência central da oitava antecedente e a média geométrica das frequências limite (Miguel, S. A., 2010).

Guyton e Hall (2006) referem que, os sons de baixas frequências causam activação elevada da membrana basilar perto do ápice da cóclea, e que os sons de alta frequência activam a membrana basilar perto da base da cóclea. Sons de frequência intermédia activam a membrana em distâncias intermédias entre os dois extremos.

2.2.3 Conceito de ruído

O ruído constitui uma causa de incómodo para o trabalho, um obstáculo às comunicações verbais e sonoras, podendo provocar fadiga geral (Arezes, P., *et al.*, 2002) citando (Crandell *et al.*, 1997) e, em casos extremos, provocar trauma acústico e alterações fisiológicas extra-auditivas (Miguel, S. A., 2010).

O ruído é frequentemente considerado como um som incómodo (Stansfeld, 1992) e indesejado. Segundo Arezes e Miguel (2002), é aceite que a percepção individual do ruído depende das características do mesmo, isto é, da intensidade, do espectro e da frequência com que ocorre. O grau de incomodidade provocado pelo ruído é variável e depende de diversos factores, tais como, idade, estado emocional, crenças ou rotina de vida do indivíduo. O que para uns indivíduos pode ser ruído ou som indesejável para outros não. Stansfeld e Matheson (2003) referem que muitas vezes a condição psíquica se torna determinante quanto à percepção do mesmo vir a incomodar ou não. O ruído será quase sempre uma questão individual, e nalguns casos, até cultural.

Do ponto de vista físico pode definir-se o ruído como uma vibração mecânica estatisticamente aleatória de um meio elástico. Do ponto de vista fisiológico, é o fenómeno acústico que produz uma sensação auditiva desagradável ou incomodativa (Miguel, S. A., 2010).

Também Konkani e Oakley (2011) definem o ruído como a energia acústica audível que afecta negativamente o bem-estar fisiológico ou psicológico das pessoas a ele expostas.

A intensidade do ruído é medida em decibéis (dB). A escala de decibéis é logarítmica, de modo que um aumento no nível de som de 3 decibéis representa um aumento da intensidade de ruído para o dobro. Da mesma forma, o ouvido humano reage de maneira diferente às frequências, sendo que o volume ou intensidade do ruído são normalmente medidos em decibéis com ponderação A, dB (A). Por exemplo (figura 4), “uma conversa normal pode atingir cerca de 65 dB e o nível atingido por alguém a gritar será de cerca de 80 dB”.

Não será a intensidade do ruído, só por si, que o torna mais perigoso. Um ruído ganhará perigosidade em termos do tempo de exposição a que o sujeito está exposto (Europe, 2005).



Figura 4. Percepção do ruído (Agência Portuguesa do Ambiente, acedido em www.apambiente.pt, em 13/02/2012)

2.2.4 Risco de perda auditiva

Admite-se que uma em cada dez pessoas sofra de problemas de audição e que cerca de quinhentos milhões de pessoas estejam afectas a nível mundial (dados adquiridos através de sondagem e inquéritos pelo *UK Hear* citado em Arezes e Miguel (2002).

De acordo com os dados disponíveis na Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho “Um em cada cinco trabalhadores europeus tem de falar alto durante pelo menos metade das suas horas de trabalho e 7% sofre de problemas auditivos relacionados com o trabalho.” A agência refere, também, que a perda de audição provocada pelo ruído é a doença ocupacional mais comum na União Europeia. Esta condição está entre as doenças mais comuns relacionadas com o trabalho, sendo a segunda lesão ou doença ocupacional mais auto-relatada.

Como qualquer outro sentido ou faculdade, mesmo sem acidentes o Homem vai perdendo audição com a idade. Esta perda de audição, normal com a idade chama-se presbiacusia. A audição humana para a conversação considera-se diminuída quando a média aritmética dos limiares tonais permanentes para as frequências de 500, 1000, 2000 Hz for igual ou superior a 25 dB. Na tabela 2, retirada da norma portuguesa NP 1733:1981 pode perceber-se a perda de audição exclusiva de causalidade natural por envelhecimento.

Tabela 2. Percentagem de perda de audição devida exclusivamente a causas naturais (NP 1733:1981)

Nível etário	18	23	28	33	38	43	48	53	58	63
% de perda de audição devida a causas naturais	1	2	3	4	6	10	14	21	33	50

Segundo esta norma portuguesa, o risco de perda auditiva, representado na tabela 3, é “a diferença entre a percentagem de pessoas que apresentam uma perda de audição pela exposição ao ruído e a percentagem de pessoas que apresentam a mesma perda de audição num grupo não exposto ao ruído mas em condições equivalentes sobre todos os outros aspectos”, representada na tabela 3 deste trabalho.

Tabela 3. Matriz de perdas auditivas decorrentes da exposição ao ruído (Arezes, P., *et al.*, 2002)

L_{eq} dB(A)	Anos de exposição								
	Até 5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
85-90	1	3	5	6	7	8	9	10	7
90-95	4	10	14	16	16	18	20	21	15
95-100	7	17	24	28	29	31	32	29	23
100-105	12	29	37	42	43	44	44	41	33
105-110	18	42	53	58	60	62	61	54	41
110-115	26	55	71	78	78	77	72	62	45
115-120	36	71	83	87	84	81	75	64	47

1-20
 21-40
 41-60
 61-80
 >81

Os jovens ouvem sons num intervalo entre os 18 e os 20.000 Hz, embora as frequências relacionadas com a conversação se situem entre os 500 e os 2000 Hz, daí que a surdez mais incapacitante seja a que envolve este intervalo de frequências (Miguel, A. S., 1992).

A surdez (hipoacusia neuro-sensorial) sonotraumática devida ao ruído industrial inicia-se geralmente numa frequência ainda pouco incapacitante - 4000Hz - dando oportunidade, caso sejam feitas audiometrias periódicas, de detectar os trabalhadores que vão desenvolver a surdez e tomar as devidas providências ainda numa fase não incapacitante. Quando a surdez se alarga aos 3000, 2000, e sobretudo aos 1000 e 500Hz, torna-se impeditiva da normal comunicação oral. É por isso que a avaliação da incapacidade de

uma hipoacusia leva em consideração a surdez média aos 500, 1000, 2000 e 4000Hz com ponderação superior para os 1000Hz (Miguel, A. S., 1992; Pereira, A., 2009).

O ruído ocupacional (ruído de banda larga) pode induzir um aumento do limiar de audição entre as frequências 3 a 5 kHz (kilohertz). As lesões provocadas pelo ruído dependem de vários parâmetros do ruído, tais como frequência, intensidade, duração da exposição (aguda ou crónica), natureza do ruído (por exemplo, contínuo, impulsivo, intermitente), a distância das fontes de ruído do trabalhador, as condições de trabalho (fechado ou campo aberto) e factores individuais (tais como, sensibilidade do indivíduo, idade, etc.) (Campo, et al., 2009).

As mudanças do limiar auditivo podem ser reversíveis ou irreversíveis (alterações temporárias no limiar, TTS - *Temporary Threshold Shift*, ou alterações permanentes de limiar, PTS - *Permanent Threshold Shift*).

As alterações temporárias reversíveis, ou fadiga auditiva, estão normalmente associados à natureza das próprias células, por existirem poucas células cíliadas ou por esgotamento energético das células cíliadas. No caso específico de excitotoxicidade glutamatérgica, o excesso de glutamato no neurotransmissor induz uma entrada massiva de iões, que então é compensado por uma entrada de água por osmose. Este processo leva a inchaços agudos, que podem desligar as junções entre as células nervosas adjacentes (sinapses) citado por Liberman e Mulroy (1982) e Robertson, (1983) em Campo *et al.*(2009). Os inchaços podem ser reversíveis, dependendo da duração do ruído.

No caso de existir uma alteração no limiar residual que tenha uma exposição ao ruído superior a quatro semanas, o comprometimento é considerado permanente (Salvi *et al.*, 1995). As lesões PTS ocorrem na cóclea dentro do órgão do Corti. Neste órgão podem ocorrer dois mecanismos distintos, como referem os autores na revisão “*Combined exposure to Noise and Ototoxic Substances*”(Campo, et al., 2009):

- Danos mecânicos causados, por exemplo, pelo ruído impulsivo de martelos pneumáticos. Este pode induzir danos mecânicos, tais como, ruptura, colapso ou fusão das células cíliadas da cóclea (Nordman *et al.*, 2000), micro lesões das células cíliadas na membrana plasmática e lágrimas de Reissner’s ou danos na membrana reticular (figura 5);
- Danos metabólicos causados pela exposição prolongada ao ruído. Este pode causar fenómenos de excitotoxicidade, levando a inchaços agudos e formando espécies reactivas ao oxigénio, a nível das células sensoriais do órgão do Corti.

Ainda citando este relatório, de um ponto de vista teórico, pode considerar-se a existência de uma lesão mecânica seria quando o ruído atinge um “nível crítico” devido a uma maior tensão dentro do órgão do Corti e aumentando a elasticidade dos tecidos. Abaixo do “nível crítico” de ruído a patologia do órgão do Corti seria metabólica.

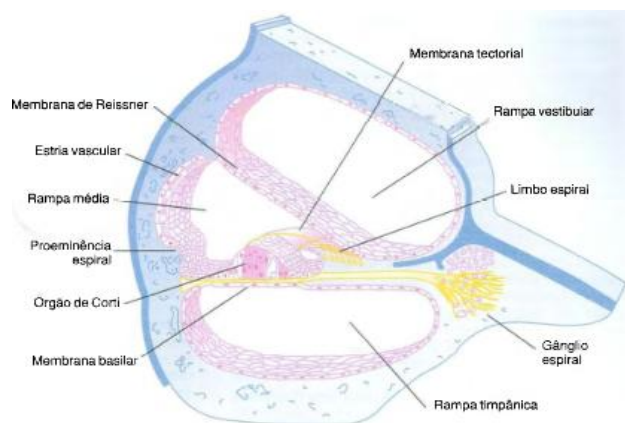


Figura 5. Corte através de uma das voltas da cóclea (Guyton, *et al.*, 2006)

O programa de conservação da audição prevê medidas para proteger os trabalhadores da perda auditiva, tais como a monitorização do nível de sonoro e um programa de conservação auditiva para os trabalhadores em risco, que inclui exames audiométricos, formação e disponibilidade de equipamentos de protecção auditiva individual (Suter, 2009).

2.3 Conhecimento Científico

2.3.1 Ruído ocupacional em meio hospitalar - *Open Space*

O modelo de *open space* foi iniciado em 1914, por Harrison Owen, um comunicador, facilitador e consultor de reuniões. Este definiu-o como uma tecnologia para a abordagem de reuniões, conferencias, eventos e cimeiras com um objectivo específico, ou tarefa, mas sem uma ordem formal, para além do objectivo geral ou temática. Este sofreu uma evolução ao longo dos anos, e actualmente é usado em empresas como ambiente de trabalho. O ambiente de trabalho *open-space* teve como fim melhorar a comunicação e a relação entre colegas de trabalho, eliminar barreiras físicas entre os diferentes níveis de organização e proporcionar um melhor ambiente de trabalho. Para além disso, pode contribuir para o aumento da produtividade e para a rentabilização do espaço de trabalho (Teixeira, 2010).

A influência do ambiente de trabalho nos hospitais atinge os profissionais de saúde e os doentes. Os hospitais estão organizados por departamentos, serviços e unidades dos quais se destacam os serviços de acção médica. Neste contexto existe uma grande diversidade de serviços, tais como, laboratórios, blocos operatórios, urgência, unidades de cuidados intensivos e enfermarias. Importa referir que todos estes serviços ou unidades são espaços

amplos partilhados por vários equipamentos complexos de alta tecnologia, doentes e profissionais de saúde (Olivera, *et al.*, 2011).

De acordo com Pope (2010), as instalações hospitalares e as demais unidades de saúde, apresentam, geralmente, tectos, paredes e pavimentos que reflectem o som e originam tempos de reverberação longos que promovem ecos, mistura e sobreposição de sons e agravam o problema do ruído (Pope, 1995).

Vehid, *et al.* (2011) referem as medições de ruído pelos diversos serviços de um hospital público em Istambul, de acordo com o horário e as tarefas executadas. As principais queixas, por parte dos pacientes, são as relativas aos telefones e às conversas nos corredores (69,6%). São as actividades de fisioterapia as que apresentam maior nível sonoro, na ordem dos 60 dB(A).

Estes serviços com o crescente avanço tecnológico e instalações pouco adaptadas ao conjunto de equipamentos modernos e ruidosos apresentam diversas fontes ruidosas (Holsbach, *et al.*, 2001). Como exemplos, podem ser indicados os equipamentos dotados de alarmes acústicos, as tarefas desenvolvidas pelos profissionais de saúde, telefones, impressoras, a movimentação e conversação de doentes e visitantes, entre outros (Short *et al.*, 2011).

A mesma preocupação já tinha sido colocada por Pragay (1981) quando se referia que um laboratório pode ter vários tipos de ruído: um ruído de fundo constante, provocado por equipamentos de química e hematologia automatizados e um ruído intermitente causado por bombas pneumáticas, compressores, bombas de ar e agitadores de vórtex. Estes ruídos podem causar perdas auditivas ou efeitos psicológicos nos trabalhadores.

O nível de tecnologia aumentou, assim como os níveis sonoros, para uma melhor prestação de cuidados de saúde aos pacientes. Shapiro e Baland(1972), citados pela revisão da literatura de Hasfeldt *et al.*(2010), definem os níveis sonoros como a terceira fonte de poluição em bloco operatório logo após o ar e a água. Esta revisão revela que em 16 estudos efectuados em blocos operatórios os níveis sonoros médios estão entre 51 e 75 dB(A) e os máximos entre 80 e 119 dB(A). Os níveis sonoros máximos encontram-se em cirurgia de ortopedia e os níveis mais baixos na indução da anestesia devido à alta concentração dessa tarefa. As principais fontes de ruído indicadas nos artigos citados na revisão são: portas abrir e bater, os carros com material cirúrgico e equipamento, abertura e preparação do paciente, o aspirador de vácuo, monitores de anestesia, os alarmes de monitorização e a conversação entre os diferentes intervenientes na cirurgia. No estudo de Christensen, (2004) citado nesta revisão, existe uma correlação de 95% entre o nível de sonoro e o número de pessoas no bloco durante a cirurgia.

Segundo Oliveira e Arenas (2012), os níveis sonoros podem, igualmente, propagar-se para áreas adjacentes tais como áreas de transferência, de higienização e sala de recobro pós-anestésica.

Na tabela 4, representam-se os níveis de pressão sonora existentes numa Unidade de Cuidados Intensivos (Pugh, 2007).

Tabela 4. Exemplos de níveis de pressão sonora (Pugh, 2007)

Fonte de ruído	dB(A)
Nebulizador	80
Bater a porta	85
Mover equipamentos (cama)	90
Falar	75-85
Telefone	70-80
Monitor de alarme	70-80

Segundo Busch-Vishniac *et al.* (2005), os dados recolhidos em vários hospitais, ao longo dos últimos 45 anos, indicam uma tendência crescente dos níveis de pressão sonora em meio hospitalar, durante o horário diurno e noturno.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estabeleceu valores-limite de ruído para ambiente hospitalar que não devem exceder níveis sonoros contínuos equivalentes (L_{Aeq}) de 35dB (A) no período diurno e de 30 dB (A) no período noturno. Outras entidades, como a *United States Environmental Protection Agency* (US EPA) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), propõem os valores limite de 45 dB (A) diurno e de 35 dB (A) noturno (Berglund, *et al.*, 1999; Cabrera *et al.*, 2000), mencionados na tabela 5.

Tabela 5. Limites de ruído para hospitais, recomendados por várias organizações

Entidade	Referência	Valor Recomendado (L_{Aeq})
United States Environmental Protection Agency (US-EPA)	EPA Noise levels affecting health and welfare, 1974	45 dB (A) diurno
		35 dB (A) noturno
Organização Mundial de Saúde (OMS)	Guidelines for community noise, 1999	40 dB (A) diurno
		35 dB (A) noturno
Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)	NBR 10152 – Níveis sonoros para conforto acústico	45 dB (A) diurno
		35 dB (A) noturno

Contudo, numerosos estudos têm demonstrado que os níveis de pressão sonora em hospitais são superiores aos recomendados pelas organizações internacionais, nomeadamente, em Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), podendo variar entre 55 e 70 dB (A) de L_{Aeq} , com valores máximos entre 80 e 120 dB (A)(Pugh, 2007).

Nos últimos anos têm sido publicadas muitas investigações no seio hospitalar que sugerem várias associações da exposição ao ruído a outras consequências para além da hipoacusia (Santos, M., 2012). Em alguns casos podem mesmo causar perda auditiva em pacientes

que estão a receber substâncias ototóxicas (Campo, et al., 2009; Kahn, et al., 1998), aumentando, dessa forma, o tempo de internamento (Pereira, R., et al., 2003) e, consequentemente, o custo do tratamento.

Existe uma forte correlação entre o ruído hospitalar e as respostas fisiológicas referenciadas por pacientes e profissionais, sendo a mais preocupante é o possível agravamento para o “delírio ou psicose de UCI ” por desregulação do sono (Coelho et al., 2011).

O ruído interfere na comunicação (Orellana, et al., 2007; Sousa, 2006) e pode provocar reacções neuro-psíquicas, perda de atenção, irritabilidade, fadiga, dores de cabeça, alterações na aprendizagem e no nível do desempenho (Busch-Vishniac, et al., 2005; Kahn, et al., 1998; Konkani, et al., 2011; Olivera, et al., 2011; Orellana, et al., 2007; Penney et al., 2004).

A evidência sugere que para níveis sonoros contínuos inferiores de 60 dB(A) existem alterações fisiológicas (Lawson, et al., 2010), tais como: alterações na circulação sistémica, como constrição dos vasos sanguíneos periféricos e perturbações circulatórias, inclusive hipertensão (Konkani, et al., 2011), aumento da secreção e da mobilidade gástrica, contracção muscular, enfraquecimento das respostas imunitárias, para além da intensificação das alergias para os grupos profissionais expostos ao ruído (Fass, et al., 2008).

Em cirurgia o ruído na altura da indução da anestesia pode causar reacções negativas com o sistema nervoso central do doente, resultando numa excitação seguida de dificuldade respiratória (Braz, 1996; Hasfeldt, et al., 2010).

Outros estudos referem que o ruído hospitalar pode interferir no desenvolvimento dos bebés prematuros em neonatologia, podendo provocar apneia, bradicardia, e consequentemente comprometer o desenvolvimento neurológico (Otenio et al., 2007).

Em relação aos transtornos neurológicos podem ocorrer alterações como aparecimento de tremores nas mãos, diminuição da reacção aos estímulos visuais, dilatação pupilar, motilidade e tremores dos olhos, mudança na percepção visual das cores de desencadeamento ou agravamento de crises de epilepsia. Durante a exposição do ruído ou mesmo após a exposição, muitos indivíduos apresentam alterações tipicamente vestibulares, descritas como vertigens, que podem ou não ser acompanhadas de náuseas, vômitos e suores frios, que dificultam o equilíbrio e a marcha. Podem ainda provocar nistagmo, desmaios e dilatação das pupilas (Oliveira, et al., 2012).

Segundo Bengtssona, et al.(2003), não existe correlação relativa aos níveis de cortisol na saliva e o stress no trabalho com os efeitos do ruído ($F(1,36)=0,001$, $p=0,981$; $F(1,36)=0,033$, $p=0,856$), abaixo do expectável no ritmo circadiano como seria de esperar em condições sem ruído ($F(1,36)=0,420$, $p<0,001$). Alguns autores referem nos seus trabalhos que existe aumento do cortisol plasmático a níveis sonoros elevados, devido à produção de hormonas do stress (Oliveira, et al., 2012).

Segundo o artigo “Noise in hospital intensive care units – a critical review of a critical topic”(Konkani, *et al.*, 2011), as enfermeiras inquiridas dizem que o ruído agrava a rotina de trabalho, 66% assume que provoca uma maior irritação e fadiga, 43% têm problemas de concentração e 40% queixam-se de dores de cabeça provocadas pelo ruído ambiental nestes espaços.

Um outro estudo, realizado em 8 UCI, em Portugal, refere que os enfermeiros consideram o ruído nesses locais de trabalho como inaceitável e desconfortável, enquanto que os médicos consideram claramente inaceitável e extremamente desconfortável. Em relação às fontes de ruído 93,9% dos profissionais de saúde referem os equipamentos, como a mais incomodativa, logo de seguida pela conversa entre a equipa e as visitas (Santos, J., *et al.*, 2012).

Os serviços hospitalares dispõem de inúmeros equipamentos de alta tecnologia e complexidade, destinados ao atendimento de um segmento populacional de alto risco. Os profissionais de saúde desenvolvem tarefas delicadas e que requerem elevados níveis de concentração, podendo verificar-se efeitos extra-auditivos, que potenciam a ocorrência de erros e acidentes de trabalho neste tipo de instituições (Konkani, *et al.*, 2011).

2.3.2 Sensibilidade individual ao ruído e desempenho cognitivo

É, geralmente, aceite que o efeito do ruído depende das suas próprias características, isto é, da intensidade, da frequência e do espectro com que ocorre em determinado tempo de exposição. Até certo ponto, são factores como a idade do indivíduo, o seu estado emocional, os gostos, as crenças ou o seu modo de vida que determinam o grau de incomodidade ao ruído (Arezes, P., *et al.*, 2002).

O ruído age sobre o organismo humano de diversas formas, prejudicando não só o funcionamento individual, como a actividade física e mental dos indivíduos e implicando efeitos prejudiciais para a saúde (Job, R. F. S., 1996) citando como fonte a OMS (Berglund, *et al.*, 1999).

É conhecido que as informações auditivas são captadas pelo pavilhão auricular e processadas ao nível do ouvido, sendo a interpretação do som proporcionada pelas células nervosas do cérebro. Havendo perda desta funcionalidade, existe uma capacidade menor de percepção e interpretação do ruído. A percepção do ruído pode apresentar significados diferentes de acordo com o meio habitacional, profissional ou recreativo em que se encontram.

Sloof e Praag (2010) aplicaram o conhecimento empírico sobre a motivação dos trabalhadores relacionada com a dose de ruído e o desempenho dos mesmos. Eles avaliaram a motivação e o desempenho dos trabalhadores, sendo o pagamento efectuado conforme o seu desempenho. Para isso, avaliaram dois locais de ruído distintos,

verificando que no local de trabalho mais ruidoso os indivíduos exerciam mais esforços e sentiam-se menos motivados.

As variáveis pessoais tais como, a sensibilidade a determinados riscos, a personalidade, as incapacidades, as preferências, o estado civil e o género, assim como factores sociais e culturais, têm um grande impacto no stress ocupacional e na qualidade de vida dos profissionais, fazendo todo o sentido a aplicação de um modelo de motivação e valorização dos profissionais face aos riscos (Topf, 2000).

O ruído nos locais de trabalho afecta, directamente, o bem-estar físico e a saúde dos indivíduos. Existem estudos que demonstram que o ruído em locais de trabalho condiciona os hábitos de lazer. Yearout *et al.*(1996), revelaram que o trabalho em ambientes com níveis sonoros mais elevados (acima de 85 dBA) cria hábitos de lazer também com níveis sonoros mais elevados, comparativamente a trabalhadores que trabalham em locais com níveis sonoros mais baixos (abaixo de 85 dBA).

O ruído deve ser encarado como um factor de perturbação individual, pois existem diferenças individuais no tocante à exposição a este agente. Desta forma, Stansfeld e Mathenson (2003) relatam que o ruído interfere no desempenho de tarefas mais complexas e modifica os comportamentos sociais. Se as pessoas não gostam de ruído, podem agir de forma a evita-lo, afastando-se ou se forem incapazes de se afastar, desenvolvem estratégias para o acautelar. Aprender a lidar com o ruído pode atenuar efeitos indesejáveis, aumentar o desempenho e diminuir o absentismo.

Ainda que a relação entre o ruído e a causalidade dos acidentes não esteja bem estabelecida, ou pelo menos comprovada estatisticamente, o ruído deverá ser considerado como um factor potencial de risco de acidentes ou, pelo menos, um factor favorável à ocorrência de erro humano (Sutter, 1994).

O desempenho perceptivo ou motor envolve principalmente a actividade muscular ou de resposta sensorial, enquanto a actividade mental ou de desempenho cognitivo se baseia na actividade intelectual. Na realização da tarefa cognitiva, existe uma enorme quantidade de informações detectadas pelos órgãos dos sentidos, sendo algumas partes são identificadas, seleccionadas e organizadas através de processos de percepção e atenção. A transformação desses sinais pelo nosso cérebro, e consequente análise pela nossa memória permite, em trabalhos de exigência mais elevada, seleccionar e executar a resposta mais adequada. Em todas as fases existem, individualmente, determinadas limitações de capacidade que podem conduzir à perturbação por alguns factores intrínsecos ao processamento Gamberale *et al*, 1990, citados por Belojevic *et al.*(2003).

A Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho refere que o ruído a um nível inferior ao que causa perda auditiva (<85 dBA) pode ter outros efeitos na saúde tais como, perturbações do sono e descanso, perturbações na comunicação e inteligibilidade da fala ou interferir com tarefas que exigem um elevado grau de atenção e concentração (Europe, 2006).

Outros estudos na área da saúde foram realizados para avaliar o efeito do ruído no desempenho individual. Estes estudos mostraram que o principal efeito relacionado com o desempenho profissional é a comunicação que estava directamente comprometida. O ruído provoca perturbação e mascara o discurso, afectando a comunicação e a inteligibilidade da fala, o que leva os profissionais de saúde a levantarem a voz para serem entendidos, potenciando assim o erro (Konkani, *et al.*, 2011). É o caso de um anestesista, na altura da indução, ao executar as suas principais tarefas e que exigem concentração e comunicação ininterrupta (Hasfeldt, *et al.*, 2010). Um outro caso estudado por Orellana *et al.* (2007) são os níveis sonoros que deveriam ser respeitados para uma correcta prática clínica na auscultação do coração e dos pulmões. Os níveis normais de som do nosso corpo situam-se entre os 22-30 dB(A), em espaço livre e 60-65 dB(A) através do estetoscópio. Eles observaram que 3,8% dos profissionais não conseguiam ouvir o bater do coração e 8,7% não conseguiam distinguir os sons dos pulmões no pico de ruído, pelo facto de, durante este estudo, terem registado valores médios de níveis sonoros entre 45 e 81 dB(A).

Os níveis sonoros de baixa frequência influenciam o desempenho dos profissionais em tarefas susceptíveis de atenção, pois induzem falta de concentração e sonolência e provocam um aumento de pressão na membrana do tímpano (Bengtssona, *et al.*, 2003).

A Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (Europe, 2005) alerta para o facto de o ruído poder causar acidentes de trabalho, na medida em que dificulta a audição e uma adequada compreensão de instruções e sinais, distrair os trabalhadores e contribuir para o *stress* ou *burnout* profissional (Busch-Vishniac, *et al.*, 2005; Kahn, *et al.*, 1998; Orellana, *et al.*, 2007).

Concomitantemente, os efeitos dependem do tipo de ruído, mas podem influenciar o desempenho de tarefas produzindo um decréscimo nas funções que estão a ser desempenhadas. Evans e Maxwell (1997), mencionam que o ruído pode melhorar o desempenho em tarefas mais simples, mas deteriora-o, substancialmente, em tarefas mais complexas, que requeiram atenção continua ou exijam uma grande capacidade de memória. São, sobretudo, afectados, o raciocínio, a atenção, a concentração e a tomada de decisão.

Segundo Miguel (2010), em algumas actividades o ruído poderá influenciar negativamente a produtividade e a qualidade do produto. O ruído pode provocar irritabilidade e fadiga geral, podendo conduzir ao erro e, conseqüentemente, ao acidente de trabalho. Em meio ocupacional, o facto de o ruído impedir a comunicação e mascarar sinais sonoros pode constituir, *per se*, um factor de risco de acidente.

3 OBJECTIVOS E METODOLOGIA

3.1 Objectivos da Tese

Na perspectiva de um maior conhecimento da realidade existente no que diz respeito ao ruído e às respectivas consequências em contexto hospitalar, este trabalho teve por base os seguintes objectivos.

Objectivo geral:

- Investigar a relação existente entre a exposição ao ruído no Serviço de Patologia Clínica de um Centro Hospitalar do Grande Porto e a respectiva influência nos profissionais de saúde, considerando a exigência intelectual do trabalho e a sensibilidade individual subjectiva ao ruído.

Objectivos específicos:

- Identificar e caracterizar os postos de trabalho, objecto de avaliação;
- Identificar os trabalhadores expostos;
- Analisar os níveis de exposição ao ruído nos diferentes locais do *open space*;
- Analisar a influência do ruído como factor de perturbação;
- Avaliar a influência da exposição ao ruído no desempenho de diferentes tarefas.

3.2 Metodologia Global de Abordagem

O conteúdo metodológico compreende a abordagem aplicada neste estudo, assim como a caracterização da amostra e os respectivos instrumentos de investigação.

Neste âmbito foi efectuado um contacto com o Directo de Serviço do Serviço de Patologia Clínica e com o Director de Serviço Higiene e Segurança no Trabalho desse Centro Hospitalar, de forma a autorizar e aprovar o levantamento dos dados recolhidos.

O presente trabalho consistiu num estudo de campo, realizado em contexto real, no Serviço de Patologia Clínica do Centro Hospitalar, que pretendeu analisar e avaliar a importância que a exposição ao ruído ocupacional no *open space* poderia ter nos diferentes profissionais de saúde.

Esta metodologia resulta da conjugação de 4 técnicas distintas: Caracterização do *open space* e locais de trabalho, medição dos níveis de pressão sonora dos locais de trabalho, a aplicação de um questionário (caracterização da população em estudo, avaliação da sensibilidade individual ao ruído e análise ergonómica dos postos de trabalho) e realização de testes cognitivos.

3.3 Materiais e Métodos

3.3.1 Caracterização do Serviço de Patologia Clínica

Os laboratórios de análises clínicas estão cada vez mais automatizados, permitindo um melhor desempenho por parte dos trabalhadores. Além dos riscos mais frequentes num laboratório, tais como, os químicos e biológicos, acrescem os agentes físicos, como o ruído, que não são, habitualmente, considerados nestas áreas. Um laboratório de química clínica é um local com diferentes tipos de ruído, como por exemplo, um zumbido contínuo de fundo, impulsos intermitentes de ruído, baixas e altas frequências de som, com iguais ou diferentes níveis sonoros (Pragay, 1981).



Figura 6. Serviço de Patologia Clínica do Centro Hospitalar

O serviço escolhido caracteriza-se por apresentar, num espaço pequeno e aberto, uma variedade de cadeias de equipamentos de alta tecnologia e complexidade (figura 6). Existe, além disso, uma baixa rotatividade entre os profissionais de saúde e ocorrem tarefas que exigem concentração, responsabilidade e decisão em todos os momentos.

O Serviço de Patologia Clínica é composto por um centro amplo, *open space*, preenchido por cadeias de equipamentos de alta tecnologia e complexidade (representados na figura à cor azul), em volta das quais estão colocadas as bancadas de trabalho (a cor-de-rosa). Aqui exercem funções os técnicos de diagnóstico e terapêutico, os técnicos superiores de saúde e os auxiliares de acção médica. Em torno deste *open space* ficam os gabinetes, que constituem áreas de validação médica, normalmente ocupadas por médicos e técnicos superiores de saúde, durante o mesmo período de tempo. Os locais de trabalho avaliados foram:

1. Recepção de Amostras;
2. Serologia;
3. Imunologia;
4. Hematologia;
5. Química Clínica (figura 7);
6. Microbiologia;
7. Gabinetes (porta aberta);
8. Gabinetes (porta fechada).



Figura 7. Cadeia de química clínica (fase de implementação em 17/05/2011)

Em todos estes locais de trabalho, o nível de exigência cognitiva por parte dos trabalhadores é elevado. Requer um nível de concentração e atenção muito elevado, nomeadamente, na manipulação de produtos biológicos e químicos inerentes à prática clínica. Também exige uma elevada concentração na verificação das identidades e pedidos clínicos dos utentes na decisão relativa ao processamento destas amostras e na validação dos resultados para disponibilização clínica.

3.3.2 Avaliação do ruído

O sonómetro utilizado (SC160) é um sonómetro integrador da Classe 2, de baixo custo e de fácil manuseamento. O SC160 pode funcionar como sonómetro, como analisador espectral ou como avaliador do ruído de salas, mediante as curvas NC (*Noise Criterion*).

O modo sonómetro está indicado para a medição de níveis globais de pressão sonora. O sonómetro SC160 mede todas as funções simultaneamente com todas as ponderações frequenciais e calcula dados estatísticos, tais como valores máximos e mínimos e percentis.

O modo analisador espectral permite medir, simultaneamente e em tempo real, os níveis de pressão sonora e o nível de pico para as bandas de oitava centradas nas frequências 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 e 16000 Hz (sem ponderação frequencial) e os valores globais com todas as ponderações frequenciais.

Os dados medidos e registados pelo sonómetro SC160, podem ser transferidos para um PC, para se dispôr deles em formato electrónico.

O microfone é extraível, sendo assim possível retirar e afastar o mesmo do sonómetro, mediante a utilização de um cabo de extensão.

As principais características do equipamento são:

- Sonómetro da Classe 2;
- Analisador espectral por bandas de oitava em tempo real;
- Avaliador da acústica de salas (avaliação NC, tempo de reverberação);
- Mede todos os parâmetros simultaneamente com as ponderações frequenciais A, C.



Figura 8. Sonómetro SC-160 (CESVA)

3.3.3 Avaliação segundo a metodologia EWA

Uma das metodologias aplicáveis é a desenvolvida pelo *Finnish Institute of Occupational Health*, designada por *Ergonomic Workplace Analysis* (EWA), e que permite uma avaliação real da situação de trabalho, com o objectivo de promover postos de trabalho seguros e saudáveis (Costa, 2004).

As bases teóricas da análise ergonómica de postos de trabalho emanam da fisiologia do trabalho, da biomecânica ocupacional, da psicologia da informação, da higiene ocupacional e de um modelo sócio-técnico de organização do trabalho. Alguns dos seus itens resultam de recomendações gerais e de objectivos para a segurança e saúde no trabalho, expressas, por exemplo, nas convenções da Organização Internacional do Trabalho (Costa, 2004).

O posto de trabalho é analisado considerando a exposição quantitativa ao ruído e aplicação da metodologia semi-quantitativa EWA. Esta determinação permite ainda estabelecer prioridades de actuação e medidas correctivas e/ou preventivas para os locais de trabalho, tendo em consideração a percepção dos trabalhadores em relação ao ruído (Santos, J., *et al.*, 2012).

Para a aplicação da metodologia EWA, foi utilizada a avaliação de ruído em $L_{EX,8h}$ obtida nos diferentes postos de trabalho, tendo em conta, os valores recomendados na tabela 6, níveis sonoros recomendados para trabalhos que requerem concentração, segundo a EWA. A base principal da classificação é a amplitude do desvio entre as condições de trabalho ou o arranjo do posto de trabalho e o nível óptimo ou as recomendações geralmente aceites. Uma classificação de 4 indica que as condições de trabalho ou ambientais são inadequadas ou mesmo perigosas para a saúde do trabalhador. Isso significa que deve ser dada uma atenção especial à condição de trabalho ou ambiental (SPSHO, 2010). Esta classificação deverá ser comparada com a avaliação subjectiva do trabalhador apresentada no ponto seguinte. Se a avaliação do trabalhador divergir muito da classificação dada pelo analista, a situação de trabalho deve ser analisada com maior profundidade.

Tabela 6. Nível de risco associado aos níveis sonoros $L_{EX,8h}$

Nível de Risco	Trabalho que não requer comunicação verbal	Trabalho que requer comunicação verbal	Trabalho que requer concentração
1	< 60 dB (A)	< 50 dB (A)	< 45 dB (A)
2	[60 – 70[dB (A)	[50 – 60[dB (A)	[45 – 55[dB (A)
3	[70 – 80] dB (A)	[60 – 70] dB (A)	[55 – 65] dB (A)
4	>80 dB (A)	>70 dB (A)	>65 dB (A)

3.3.4 Avaliação da sensibilidade individual ao ruído

Para a avaliação da sensibilidade ao ruído, é frequente o recurso à utilização de algumas ferramentas validadas e utilizadas por vários autores. Nos inquéritos, a sensibilidade ao ruído traduz-se pelo facto de os indivíduos relacionarem as fontes de ruído com o incómodo que estas causam. A sensibilidade ao ruído diz, assim, respeito ao “estado interno de qualquer indivíduo que aumenta o seu grau de reacção ao ruído em geral”(Job, R. F., 1999).

A sensibilidade pode ser vista como a variável independente e estar relacionada directamente com os resultados, como por exemplo o estado de saúde, ou ser reconhecida como um factor que modifica ou que influencia os resultados obtidos sobre a exposição ao ruído (Smith, 2003).

A sensibilidade ao ruído é frequentemente, aferida através de um questionário aplicado em contexto real de trabalho. Uma das escalas mais utilizadas é a escala de Weinstein ou *Weinstein's Noise Sensitivity Scale* (WNS)(Arezes, P. M., *et al.*, 2009; Kishikawa, *et al.*, 2006; Luz, 2005).

Muitos estudos têm mostrado uma correlação significativa entre o ruído incómodo e a sensibilidade ao ruído pela escala WNS. No entanto, esta escala ainda não foi suficientemente avaliada e validada. Consegue-se perceber que existem relações entre vários factores (por exemplo, insatisfação, problemas de saúde, incómodo) influenciando directamente a resposta de forma negativa. No entanto, o nível de exposição ao ruído pode não ser a causa primária das reacções, e os indivíduos podem reagir de forma bastante diferente, mesmo estando nas mesmas condições acústicas. Alguns trabalhos têm evidenciado que a variabilidade de características pessoais influencia as reacções ao ruído. A sensibilidade individual ao ruído é o factor que explica a diferença (Belojevik *et al.*, 1992; Kishikawa, *et al.*, 2006).

Através da escala WNS, é importante identificar os indivíduos mais sensíveis ao ruído, pois identificam mais ruídos e ao mesmo tempo condicionam os indivíduos menos sensíveis ao ruído na sua resposta, pois tendem a manifestar maior irritabilidade, independentemente do ruído (Berglund, *et al.*, 1999). Os indivíduos mais sensíveis ao ruído podem ter efeitos adversos na saúde (Kishikawa *et al.*, 2009; Stansfeld, 1992). Também existe uma correlação significativa, no estudo de Kishikawa *et al.*(2006), entre a sensibilidade ao ruído e o ruído irritante ou incómodo.

O conceito de ruído subjectivo ainda não está consistentemente definido, embora, podemos aferir através de um questionário, um traço de personalidade relativamente estável. A escala WNS contém uma série de questões que abordam ao ruído numa variedade de situações. Belojevic *et al.* (2003)e Kishikawa *et al.* (2006)referem que a escala de sensibilidade ao ruído de Weinstein se pode considerar satisfatória devido às suas

propriedades psicométricas de fiabilidade, consistência interna, estrutura factorial e validade de construção.

A escala WNS, utilizada neste trabalho (ver anexo 1 – Questionário ao trabalhador), é uma escala adaptada de Luz (2005), tendo-se traduzido 10 afirmações genéricas, relativas à percepção do ruído num ambiente externo ao local de trabalho ou de lazer, como por exemplo, “Parece-me muito difícil conseguir relaxar num local ruidoso”. Esta escala foi reduzida a um formato de 4 itens (1- discordo totalmente; 2- discordo; 3- concordo; 4- concordo totalmente), tendo sido, nalguns casos, alterado o sentido de numeração para assegurar a coerência das afirmações. A escala WNS modificada permite aferir, pela escala de Likert (Likert, 1932), se um indivíduo é sensível ao ruído (Sr) ou não sensível ao ruído (nSr), considerando a mediana do valor total relativa às afirmações referidas.

3.3.5 Testes de desempenho cognitivo

O critério de escolha desta metodologia deve-se ao facto de os testes associados serem muito objectivos e apresentarem uma linguagem simbólica (alfabética e geométrica). De salientar, a respectiva disponibilidade em suporte digital on-line, a qual facilitou a realização da tarefa aos profissionais, mediante a utilização do seu computador.

Estes testes foram utilizados, recentemente, em estudos sobre ruído em áreas administrativas (Arezes, P. M., *et al.*, 2009) e em estabelecimentos de ensino (Barbosa, 2009).

O teste em questão foi realizado pelos profissionais de saúde em dois períodos (manhã e tarde), coincidindo com o início da manhã e o fim da tarde. Este é constituído por estímulos visuais, sendo organizado por caracteres alfabéticos e geométricos, tal como evidencia a figura 9.

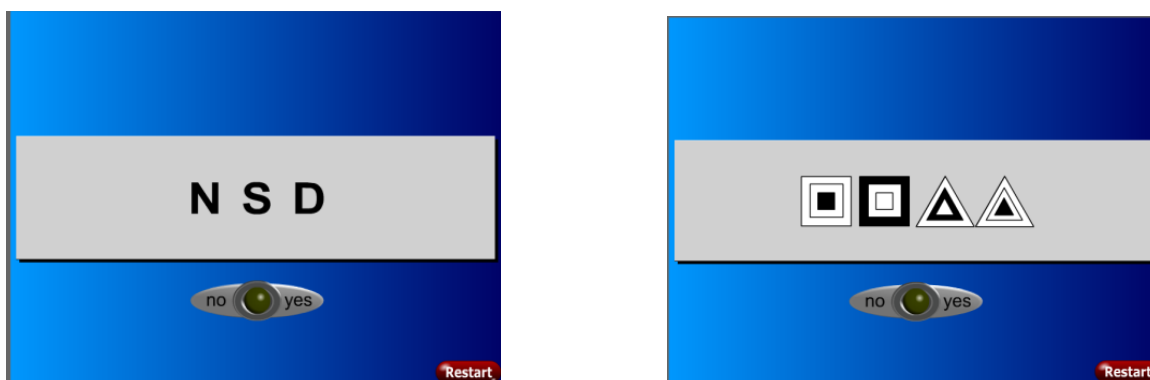


Figura 9. Estímulos visuais (alfabéticos e geométricos) observados no teste de desempenho cognitivo.

Para a realização do teste, o profissional de saúde usa as setas do teclado, esquerda e direita, as quais representam Não e Sim (“No” e “Yes”), respectivamente, como se observa na figura 10.

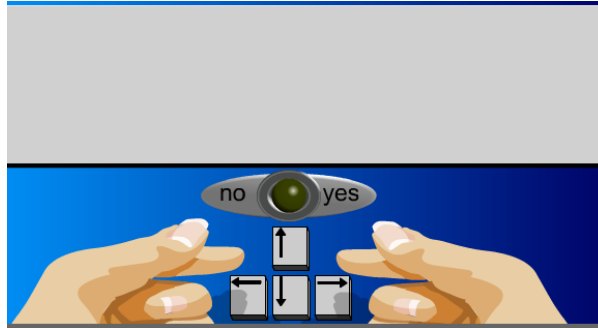


Figura 10. Esquema representativo da aplicação das teclas.

O indivíduo inicia o teste com um grupo de 3 ou mais caracteres e, seguidamente, com símbolos, que terá de fazer corresponder ao estímulo observado. Após alguns milissegundos, o estímulo inicial desaparece e será apresentado um novo estímulo. O objectivo é assinalar, o mais rapidamente possível, a resposta a cada estímulo que é constituído por letras ou figuras geométricas.

O tempo de concretização dos testes é contabilizado em milissegundos e os resultados são expressos por uma relação tempo/número de respostas correctas (*Score*). As pontuações mais elevadas correspondem a um melhor desempenho por parte dos profissionais.

4 TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

4.1 Caracterização da população do serviço de Patologia Clínica

Os dados obtidos neste trabalho foram criteriosamente analisados, com precisão e objectividade, com vista a garantir a fiabilidade do estudo.

Para a caracterização da população dos trabalhadores, afectos ao serviço em estudo, realizou-se um questionário, ver anexo 1 – Questionário ao trabalhador, com os seguintes itens: género, idade, tempo de serviço, categoria profissional e sector de trabalho.

O número de trabalhadores inquiridos ao longo deste trabalho foi de 49, distribuídos por 7 sectores de trabalho.

A presente amostra é constituída por profissionais de saúde entre os 26 e os 61 anos de idade, dos quais 77,6% são do sexo feminino e 22,4% do sexo masculino (figura 11).

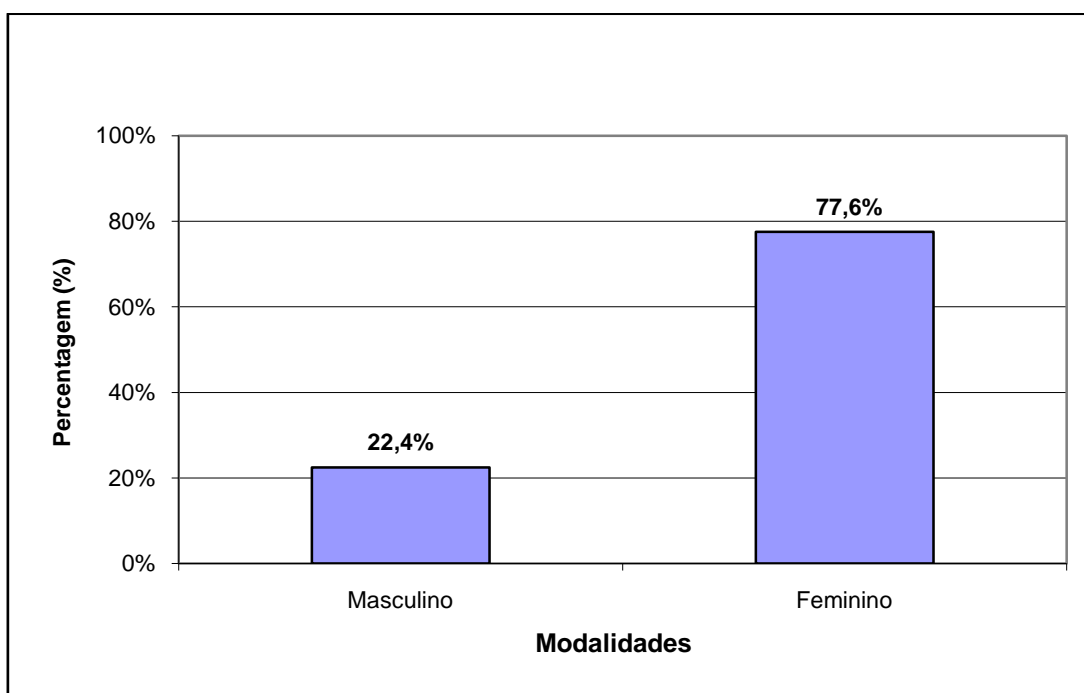


Figura 11. Caracterização da amostra segundo o género.

Para a caracterização da amostra, relativamente à idade (I), foram estabelecidas 3 modalidades para o tratamento estatístico dos dados, como refere a figura 12.

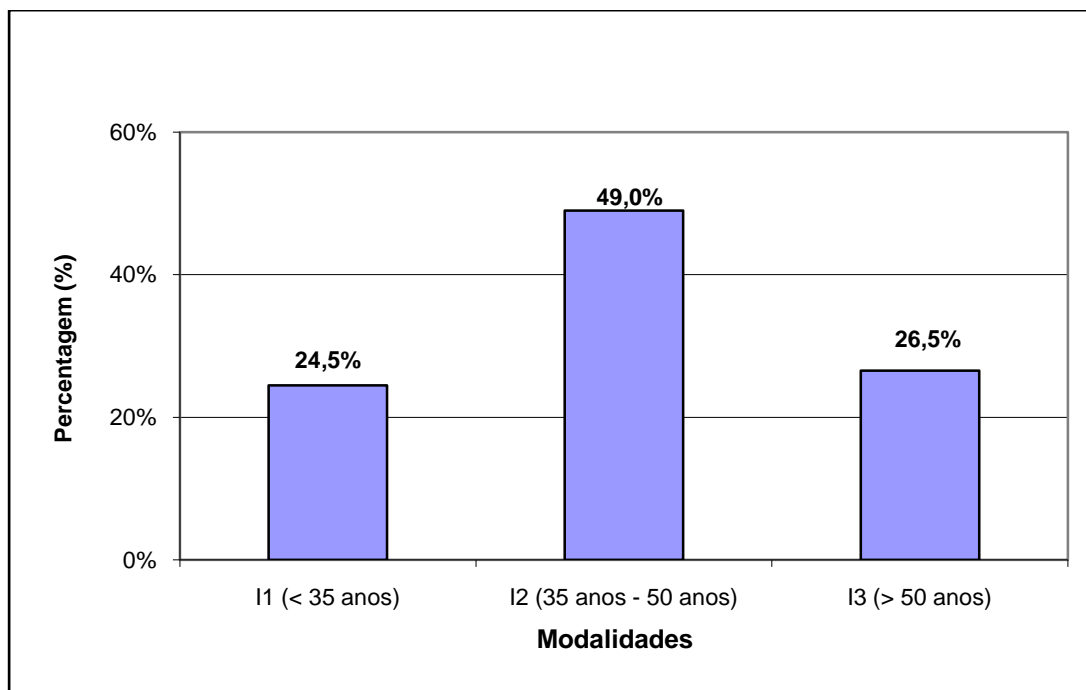


Figura 12. Caracterização da amostra por idades.

Relativamente ao tempo de serviço (A) dos profissionais (figura 13), verifica-se que os profissionais apresentam, em geral, um período de vínculo à empresa elevado (45% acima dos 20 anos de serviço). Por outras palavras, a maioria dos trabalhadores inquiridos iniciou a sua actividade profissional na empresa em que actualmente labora.

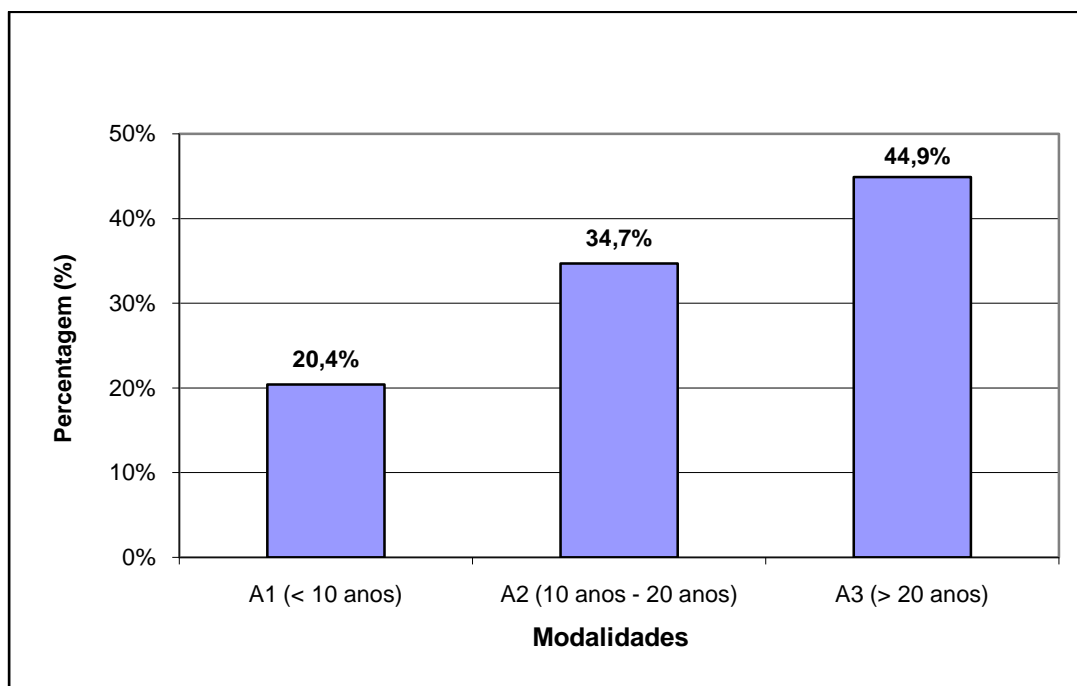


Figura 13. Caracterização da amostra por anos de serviço.

Na figura 14, caracterizam-se os profissionais de saúde quanto à sua categoria profissional, nomeadamente, auxiliar de acção médica, médico, técnico de diagnóstico terapêutico (TDT), técnico superior de saúde (Bengtssona, *et al.*) e administrativo.

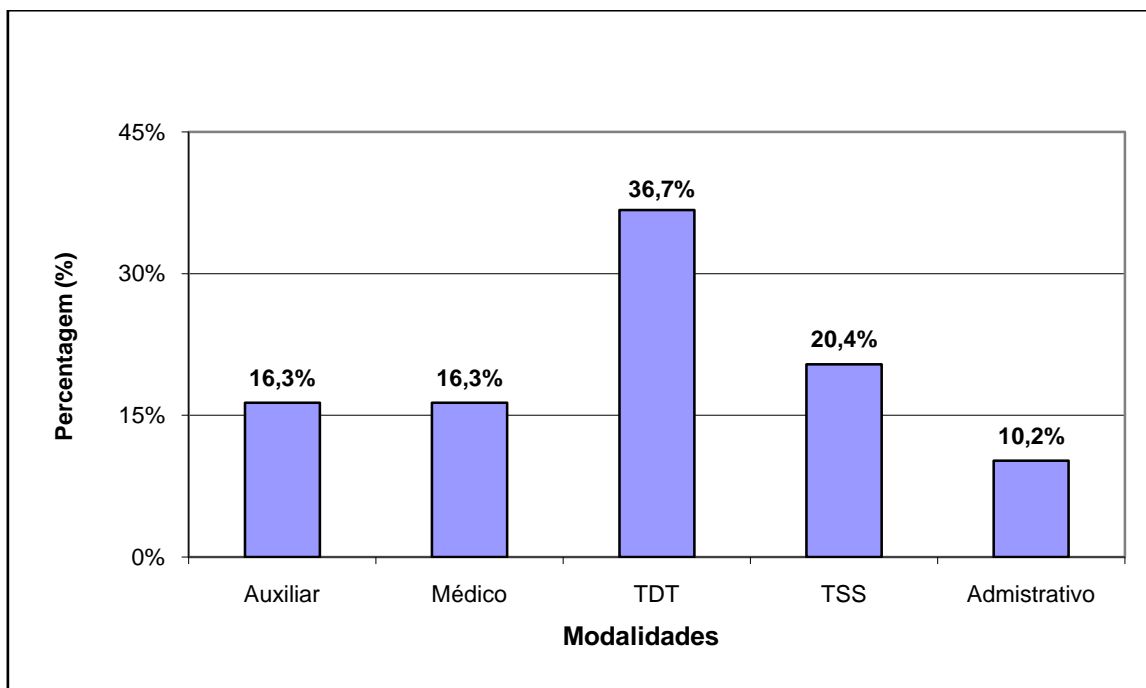


Figura 14. Caracterização da amostra por categoria profissional.

Identificaram-se 2 grupos de estudo, sendo um deles considerado o grupo de controlo, que é constituído por trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora inferiores a 65 dB(A), e o outro, constituído por trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora superior ou igual a 65 dB(A). O grupo de controlo é constituído por profissionais que trabalham em gabinetes e o outro grupo por profissionais que trabalham no *Open Space* (figura 15).

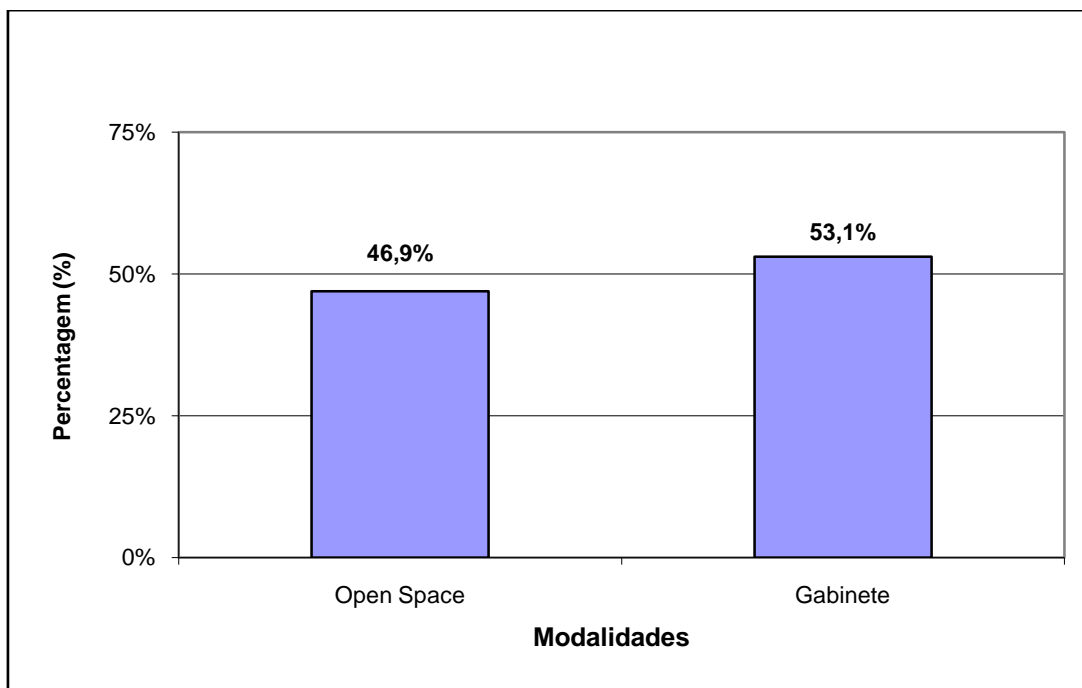


Figura 15. Caracterização da amostra por característica do local de trabalho.

4.2 Níveis de exposição sonora por sectores

As medições do ruído foram efectuadas durante o horário normal de trabalho (8h-17h), tendo em conta a obtenção de valores representativos da exposição real. Durante a avaliação, os trabalhadores desempenharam as suas tarefas usando os métodos e as cadências habituais, a fim de assegurar representatividade à avaliação.

Os sectores, representados na tabela 7, foram medidos pelo sonómetro em L_{Aeq} e L_{Cpico} , avaliando-se os níveis a que os trabalhadores estavam expostos, calculados para o tempo de exposição diária.

Tabela 7. Níveis de pressão sonora por sector de trabalho.

Nº	Sector	Pessoas expostas (nº)	L_{Aeq} dB (A)	L_{Cpico} dB (C)	Tempo exposição (h)	$L_{EX,8h}$ dB (A)
1	Recepção de Amostras	8	70,4	105,2	8	70,4
2	Serologia	3	69,8	107,4	7,5	69,5
3	Imunologia	4	67,9	95,6	7,5	67,6
4	Hematologia	1	68,3	97,6	7,5	68,0
5	Química Clínica	6	68,4	96,3	7,5	68,4
6	Microbiologia	10	65,2	103,7	7,5	64,9
7	Gabinete porta aberta	7	62,3	106,3	7,5	62,0
8	Gabinete porta fechada	10	50,9	95,9	7,5	50,6

4.3 Avaliação segundo a metodologia EWA

As medições do ruído foram efectuadas durante o horário normal de trabalho (8-17h), tendo em vista a obtenção de valores representativos da exposição real. Durante a avaliação, os trabalhadores desempenharam as suas tarefas usando os métodos e as cadências habituais, a fim de assegurar representatividade à avaliação.

O equipamento usado para as medições dos níveis de pressão sonora foi um sonómetro de classe 2, cujos dados foram transferidos e analisados em computador.

Os postos de trabalho foram analisados recorrendo à metodologia semi-quantitativa EWA (Ergonomic Workplace Analysis), aplicada à exposição ao ruído ocupacional. Esta determinação permite estabelecer prioridades de actuação e medidas correctivas e/ou preventivas para os locais de trabalho, tendo em conta a percepção dos trabalhadores em relação ao ruído (Costa, 2004).

Para a aplicação da metodologia EWA, foram considerados os valores de $L_{EX,8h}$ obtidos nos diferentes postos de trabalho, tendo em conta os valores recomendados na tabela 6. Esta classificação, em 4 níveis de risco, foi comparada com a avaliação subjectiva do trabalhador, apresentada no ponto seguinte. A situação de trabalho foi analisada com maior profundidade, estando sistematizada na tabela 8 e representada através das figuras 16 e 17.

Neste estudo, o nível 1 não é apresentado na seguinte tabela, pela não representação de trabalhadores nas modalidades E1m e E1 (< 45 dB(A) e Imperceptível, respectivamente).

Tabela 8. Caracterização da amostra pela metodologia EWA

Nível	EWA medido	EWA
2	20,4%	32,7%
3	22,4%	55,1%
4	57,1%	12,2%

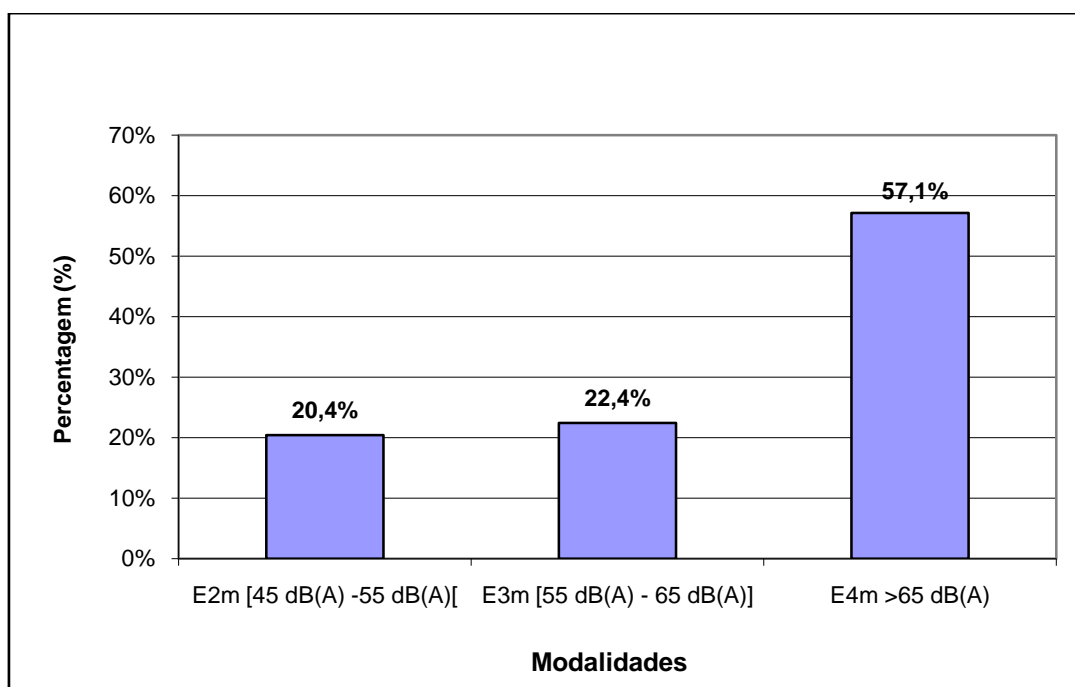


Figura 16. Caracterização da amostra por modalidade de EWA medido

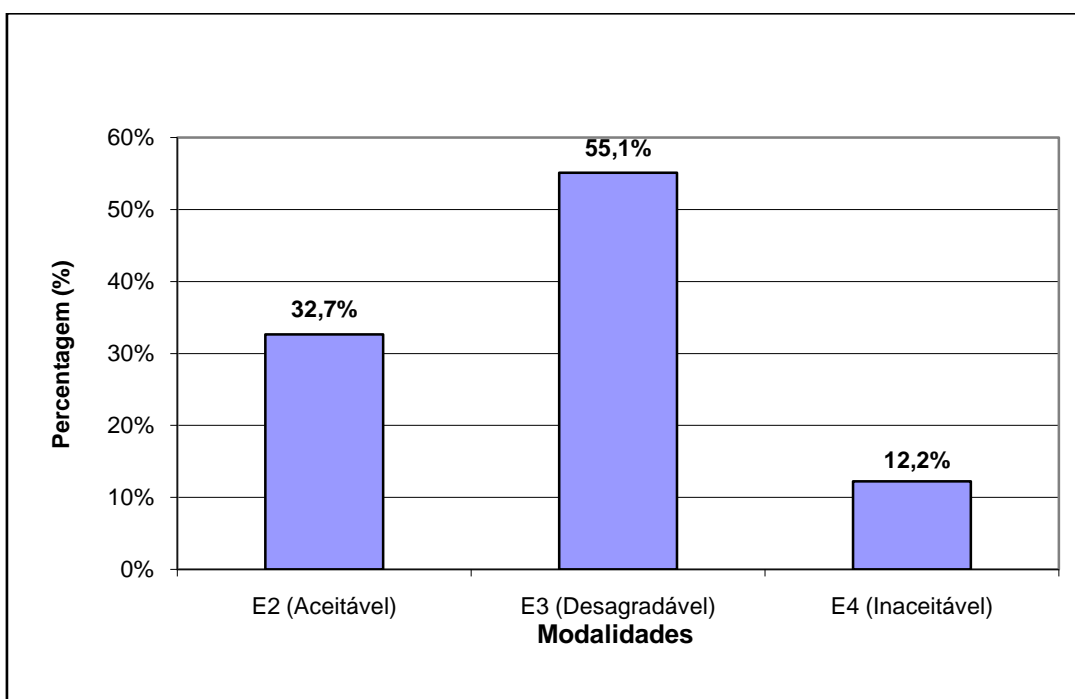


Figura 17. Caracterização da amostra por modalidade de percepção do ruído

4.4 Avaliação da sensibilidade individual ao ruído

Na literatura abordada no capítulo anterior, ressalta o facto de alguns sons serem reconhecidos como aprazíveis, provocando uma sensação de prazer e bem-estar e outros serem desagradáveis conduzindo a vários incómodos e desconforto. Estes últimos são definidos como ruído e o grau de incómodo depende não só da qualidade do som, mas também da atitude perante cada situação em concreto, sendo uma condição subjectiva. A metodologia WNS permite avaliar a sensibilidade individual ao ruído e classificar os indivíduos como sensíveis ao ruído (Sr) ou não sensíveis ao ruído (nSr). Após a análise do questionário ao trabalhador, tendo como base a escala de Likert, considerou-se a mediana para a caracterização de 2 populações quanto à sensibilidade. Assim, um valor igual ou superior a 34 considera-se um indivíduo Sr e, abaixo deste valor um indivíduo nSr (figura 18).

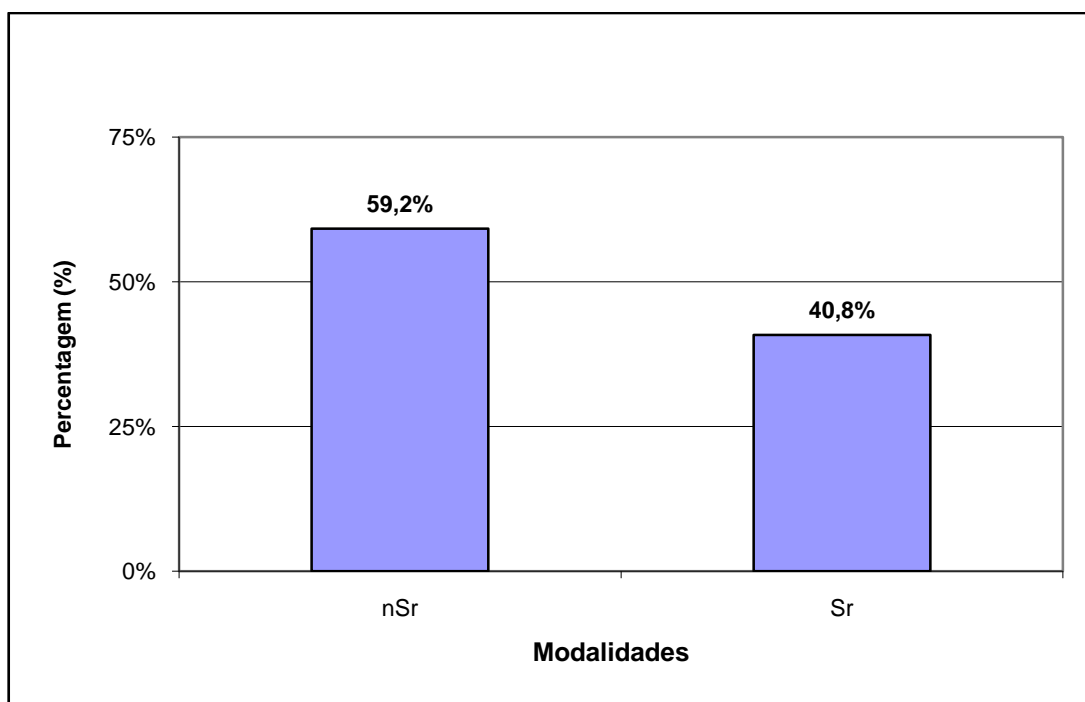


Figura 18. Caracterização da amostra atendendo à sensibilidade ao ruído

4.5 Análise factorial das correspondências

A análise factorial das correspondências (adiante simplesmente designada por AFC) é um dos métodos factoriais da Análise de Dados integrados no domínio da estatística multivariada. Esta técnica é essencialmente descritiva e adaptada por excelência ao tratamento de dados contidos em quadros multidimensionais de grandes dimensões (os princípios teóricos da AFC encontram-se fundamentados em disciplinas como a Álgebra Linear e a Estatística Multivariada). A AFC possui como objectivo a descrição das estruturas relacionais subjacentes aos dados de partida.

A propósito dos métodos factoriais observam Pereira e Sousa (Pereira, G. *et al.*, 1988) «...O objectivo dos métodos descritivos é encontrar, com um mínimo de hipóteses, a priori, uma representação aproximada do quadro de partida que garanta o máximo de conformidade geométrica com os dados...».

Considerando que a matriz de dados inicial continha variáveis expressas em diferentes métricas (por exemplo, a variável *idade*, medida numa escala intervalar ou a variável *categoria profissional*, medida numa escala nominal), foi necessário assegurar a homogeneidade das variáveis através de uma prévia codificação dos dados de partida. Esta codificação passou pela transformação de algumas variáveis mensuráveis em variáveis ordinais, subdivididas em várias classes (aqui designadas por modalidades da variável). A matriz de *input* é constituída por 0 e 1 (ver adiante a descrição dos dados de partida), é possível encontrar os “factores” (características estruturais básicas) que melhor explicam as relações de proximidade e oposição no interior do conjunto das Q variáveis (e p modalidades), no interior do conjunto das n amostras e nos dois conjuntos em simultâneo (figura 19).

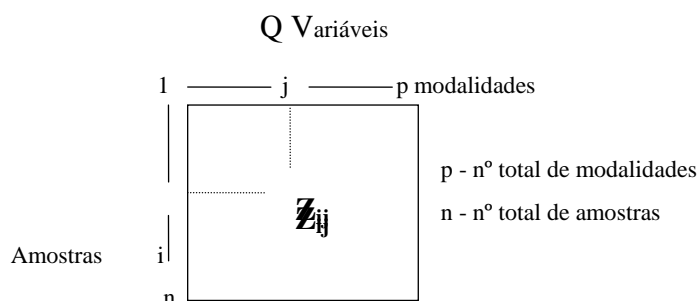


Figura 19. Matriz de partida para a Análise de Dados (AFC)

Inerente à aplicação prática dos métodos factoriais, baseia-se numa definição de estratégia recursiva, na confrontação entre a codificação dos dados iniciais e a posterior interpretação

dos resultados obtidos em função da codificação adoptada. Entende-se, neste trabalho, por codificação dos dados de partida, toda uma série de operações de transformação e rearranjo dos dados, até se obter as matrizes de *input* que, submetidas à AFC, conduzem a resultados interpretáveis. As codificações utilizadas foram: consideração de códigos identificadores para as amostras e modalidades; definição de limites de classes para as diferentes modalidades; agregação (na mesma variável) de diferentes modalidades; desdobramento da matriz inicial dos dados de partida em sub-matrizes; eliminação de algumas variáveis e/ou amostras; projecção de modalidades em suplementar, etc. Os resultados devem ser avaliados e validados caso a caso. Face à clareza das interpretações sugeridas pela projecção da nuvem de pontos, que implica muitas vezes "voltar atrás" para que, numa perspectiva retroactiva, se possam ensaiar novas codificações, analisando-se em seguida as eventuais melhorias que essas modificações produziram no esclarecimento do fenómeno em estudo (figura 20)(Pereira, G., 1990).

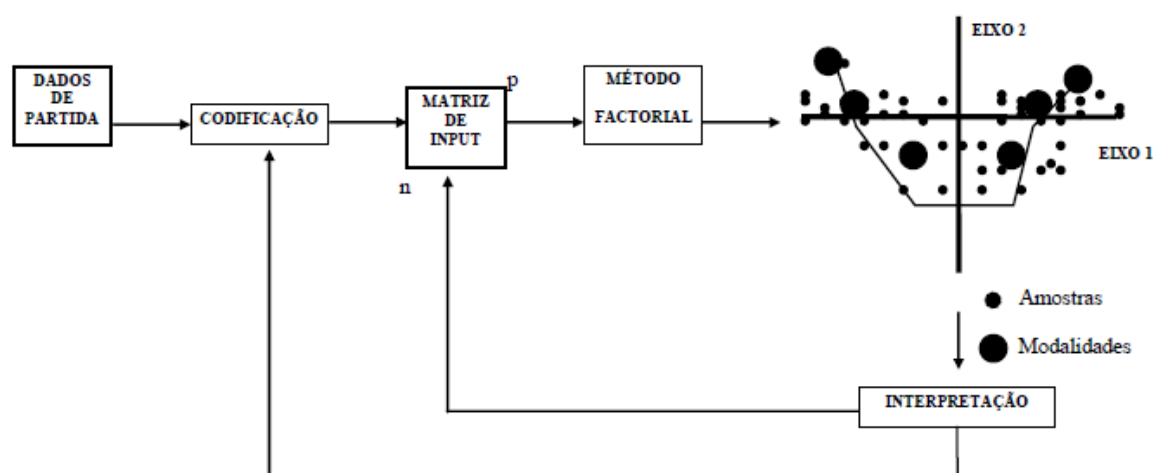


Figura 20. Retroacção em análise factorial (Pereira, G., 1990)

Em AFC, os factores, hierarquizados por ordem decrescente da sua importância para a explicação da tabela de partida, constituem um sistema de eixos ortonormais (espaço de dimensão compatível com a interpretação) onde é possível visualizar, sob a forma gráfica, as projecções da matriz de dados. A interpretação das projecções baseia-se num conjunto de regras que pretendem evidenciar as relações mais importantes existentes nos dados de partida “...a interpretação dos gráficos faz apelo a conceitos topo-morfológicos, ligados à posição relativa das projecções da nuvem inicial no espaço dos factores retidos e à própria forma sugerida pelo conjunto dessas projecções...”,(Pereira, G., 1990).

A AFC permite-nos visualizar, através de gráficos bidimensionais (planos factoriais), conseguidos à custa de uma redução na dimensionalidade espacial dos dados de partida, não só o sistema de relações no interior de cada um dos conjuntos formados pelas modalidades (colunas da matriz) ou pelos indivíduos (linhas da matriz), mas também os sistemas de relações conjuntos existentes entre modalidades e indivíduos. Embora uma das vantagens na aplicação da AFC resida na possibilidade de se visualizarem simultaneamente as estruturas entre as modalidades e os indivíduos, o uso que dela faremos neste trabalho resumir-se-á à descrição da estrutura relacional entre modalidades. É ainda possível, no âmbito da AFC, conduzir o tratamento de dados através da análise factorial das correspondências binárias (AFCB) que, sendo uma variante da AFC, é aplicada com particular propriedade aos dados de questionários (*vide* trabalhos de (Burt, 1950). A AFCB, desenvolvida por (Benzécri, 1973) e por Lebart (1975). Este método, que privilegia as formulações dos dados de partida em quadros disjuntivos completos, considera simultaneamente um conjunto multidimensional de variáveis tendo em conta o sistema de interdependências entre as diferentes modalidades de todas as variáveis (Vieira, 2009).

Considerando que a matriz de dados inicial continha variáveis de diferentes naturezas, foi necessário assegurar a homogeneidade das variáveis através de uma prévia codificação dos dados de partida. Esta codificação passou pela transformação de algumas variáveis mensuráveis em variáveis ordinais subdivididas em várias classes (aqui designadas por modalidades da variável). Finalmente interessa realçar que o processo final de codificação das variáveis/modalidades, tendo sido um processo dinâmico, implicou a análise de resultados obtidos por diversas pré-codificações ensaiadas em fases preparatórias e que serviram de teste à aplicação da AFCB aos dados em estudo. A subdivisão das variáveis nas diferentes modalidades bem como os respectivos histogramas de frequências podem ser observados na caracterização demográfica deste capítulo.

No anexo 2 – Tabela de caracterização da amostra, reproduz-se um quadro com as variáveis e indicação do respectivo nome, o número de modalidades (sub-variáveis ou categorias nas quais se dividem as variáveis), as designações das diferentes modalidades e as respectivas codificações, as frequências absolutas e respectiva percentagem em relação ao total de acidentes.

Sendo Q o número total de variáveis e r_j o número de modalidades em que se subdivide a variável de ordem j , o número total de colunas da matriz de dados (leia-se o número total das modalidades das Q variáveis) é dado por:

$$p = \sum_{j=1}^Q r_j$$

Se designarmos agora por X a matriz de n linhas (n indivíduos ou amostras) por p colunas (p modalidades), preenchida em termos de presença - ausência através da seguinte codificação binária;

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 - \text{se o indivíduo } i \text{ ocorrer na modalidade } j \\ 0 - \text{no caso contrário} \end{cases}, \quad \forall x_{ij} \in X$$

é possível construir o quadro de descrição lógica (matriz codificada em disjuntiva completa, ver Tabela 2) de tal forma que

$$X = [X_1 | X_2 | \dots | X_Q]$$

onde o sub-quadro X_j com n' linhas e r_j colunas é tal, que a i -ésima linha contém $(r_j - 1)$ zeros e uma vez o valor 1 correspondente à modalidade da variável j onde ocorre o indivíduo i . Dando propriedade aos comentários anteriormente tecidos, apresenta-se um pequeno exemplo, limitado no número de amostras e no número de variáveis/modalidades, da matriz de dados tratados (Tabela 9). Tabela com 9 variáveis, subdivididas em 26 modalidades (categorias das variáveis), por 40 indivíduos.

Tabela 9. Excerto da tabela, codificada em disjuntiva completa, sujeita à AFCB.

Q variáveis ($Q = 9$) e p modalidades ($p = 26$)

	Idade			Género		Local		EWAm			...	Score			Sensib. ao Ruído	
	I1 (<35)	I2 (35-50)	I3 (>50)	M	F	Open	Gab	E2m	E3m	E4m		S1 (<40)	S2 (40-55)	S3 (>55)	nSr	Sr
i1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	...	0	1	0	1	0
i2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	...	0	1	0	0	1
i3	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	...	1	0	0	0	1
...
i47	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	...	1	0	0	1	0
i48	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	...	0	0	1	1	0
i49	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	...	0	0	1	0	1

n indivíduos (n = 49)

Como refere Garcia Pereira (1988), este sistema de codificação assegura que, seja qual for a natureza das variáveis, a soma em linha dos valores que surgem na tabela é constante e igual ao número de variáveis Q , o que se traduz numa homogeneidade estatística necessária para o processamento subsequente.

No caso dos dados em estudo, a tabela construída e codificada em disjuntiva completa para o ensaio, apresenta-se como uma matriz de 26 colunas cuja soma em linha é sempre igual a 9 (número de variáveis) e cuja soma em coluna dá a frequência absoluta de cada modalidade das diferentes variáveis. Para cada variável, a soma das frequências absolutas das suas modalidades é sempre igual ao número de indivíduos amostrados n , e portanto o total em linha e em coluna reproduz nQ . Esta propriedade é importante, visto que, deste modo, a tabela de dados pode ser tomada como justaposição de tabelas de contingência. As diferentes matrizes de informação utilizadas nos diferentes ensaios foram sujeitas a tratamento pelo *software* ANDAD*.

*ANDAD versão 7.1 – Software desenvolvido no Instituto Superior Técnico, Lisboa, CVRN.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Através da aplicação do questionário e da avaliação do ruído efectuada pretende-se neste capítulo realizar a análise criteriosa dos dados obtidos no sentido de explorar a relação entre as diferentes variáveis.

Para o tratamento de toda a informação disponível recorreu-se a técnicas no âmbito da estatística multivariada, em particular à aplicação da Análise Factorial das Correspondências Binárias (AFCB). A aplicação da AFCB permitiu-nos identificar, através da interpretação dos seus *outputs* (projectões bidimensionais das modalidades nos planos factoriais), o sistema de relações no interior do conjunto formado pelas modalidades (colunas da matriz). Desta forma foi possível identificar, entre as diferentes variáveis e respectivas modalidades (categorias em que foram divididas as variáveis), as estruturas interrelacionais fortes, presentes na matriz inicial dos dados.

Os resultados obtidos encontram-se sintetizados na tabela do Anexo 3 para os primeiros eixos obtidos pela AFCB. A importância de cada um dos eixos é analisada pela coluna % EXP (taxa de inércia transportada). Verifica-se por exemplo que, os dois primeiros factores explicam no seu conjunto mais de 30% da variabilidade contida na matriz inicial de dados. Neste estudo considerou-se que uma modalidade estaria relacionada com o eixo sempre que a sua contribuição absoluta fosse superior a 100/pmodalidades.

Neste estudo considerou-se que uma modalidade estaria relacionada com o eixo sempre que a sua contribuição absoluta fosse superior a 100/pmodalidades. A título meramente explicativo poder-se-á referir que consideraram-se somente as modalidades cujas contribuições absolutas eram superiores a 4.0 ($100/26 \approx 3.9$). A consideração dos factores (eixos) a reter na análise, leva em linha de conta o poder explicativo que determinado factor tem para uma dada modalidade, embora a variabilidade explicada por esse factor possa ser reduzida (tabela 10).

Tabela 10. Contribuições absolutas das modalidades nos eixos factoriais

Eixos Factoriais → ↓ Modalidades	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4	Eixo 5	Eixo 6
A1			16.51	6.03		
A2		5.91	5.0			
A3		11.95				
Aux	7.86			16.03		9.91
Med			4.45		20.99	
TDT				5.652		8.41
TSS					20.21	5.33

Eixos Factoriais → ↓ Modalidades	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4	Eixo 5	Eixo 6
Adm	5.8		12.30		6.73	
I1		10.08	15.27			
I2			10.53			5.25
I3		14.67				12.68
M		9.59				7.5
F						
Op	13.71					
Ga	12.13					
E2m	11.63		10.30			
E3m	4.32		5.85		11.42	
E4m	11.16					
E2	7.37			7.19		
E3					4.24	4.32
E4			9.57		4.33	29.34
nSr				13.07		
Sr				18.95		
S1	4.68	6.51				
S2				6.88	6.77	
S3				11.52	4.31	

- Na figura 21, relativa ao plano factorial formado pelos factores F1 e F2, no primeiro eixo factorial (F1), semi-eixo positivo, projectam-se, em forte associação positiva, as modalidades correspondentes à categoria profissional dos administrativos (**Adm**), que desenvolvem a sua actividade profissional em gabinetes (**Ga**), onde estão expostos a níveis de pressão sonora, medidos, baixos (**E2m**) e que efectivamente classificam a sua exposição ao ruído como aceitável (**E2**).

No semi-eixo negativo projectam-se, em forte correlação positiva, entre elas, as modalidades correspondentes à categoria profissional dos auxiliares de acção médica (**Aux**), que desenvolvem a sua actividade profissional em *open space* (**Op**), aos quais estão associados os níveis de pressão sonoras medidos mais altos (**E4m**) e que apresentam os piores desempenhos, traduzidos pela modalidade mais baixa (**S1**) da variável *Score*. Os dois grupos de modalidades identificados, em oposição ao longo do eixo F1, estão em forte correlação negativa entre si.

Ao longo do eixo 2 (semieixo positivo) projectam-se, em correlação positiva, as modalidades correspondentes aos indivíduos do sexo masculino (**M**), que representam idades mais baixas (**I1**) e, tendo o número de anos de serviço menor e intermédio, apresentam um desempenho intermédio (**S2**). Ainda no eixo 2 (semieixo negativo) projectam-se em associação positiva as modalidades com os indivíduos com mais anos de serviço (**A3**) e idade (**I3**), que se encontram também associadas à modalidade de pior desempenho (**S1**).

Os dois grupos de modalidades anteriormente identificados (aqueles que se projectam, respectivamente, no semieixo positivo e negativo) encontram-se em oposição o que traduz uma forte correlação negativa entre eles. O eixo 2 pode ser interpretado como sendo o factor que individualiza, essencialmente, as observações em função da idade e dos anos de serviço com o nível de desempenho. Pelo facto de estas duas variáveis estarem naturalmente (no sentido estatístico, i.e., em média) correlacionadas, optou-se, em fases posteriores da AFCB, pela projecção em suplementar dos níveis de instrução uma vez que, as modalidades desta variável, são traduzidas pela modalidade de desempenho.

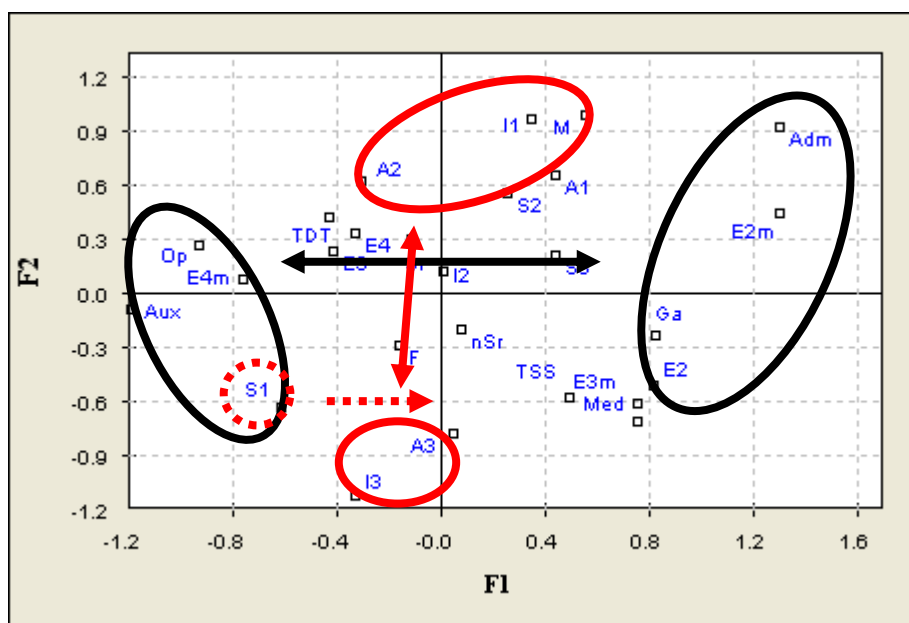


Figura 21. AFCB – Projecção das modalidades (Plano Factorial - 1, 2)

- Na figura 22, relativa ao plano factorial formado pelos factores F1 e F3, no terceiro eixo factorial (F3), semi-eixo positivo, projectam-se, em forte associação positiva, as modalidades correspondentes à categoria profissional dos médicos (**Med**), com poucos anos de serviço (**A1**), com as idades mais baixas (**I1**), efectivamente expostos a níveis sonoros mais elevados (**E3m**).

Ainda no eixo F3, no semi-eixo negativo, projectam-se, em forte correlação positiva, as modalidades correspondentes à idade (**I2**) e anos de serviço (**A2**), a categoria profissional dos administrativos (**Adm**), que estão expostos a níveis de pressão sonora, medidos, baixos (**E2m**), e que classificam a sua exposição ao ruído como inaceitável (**E4**).

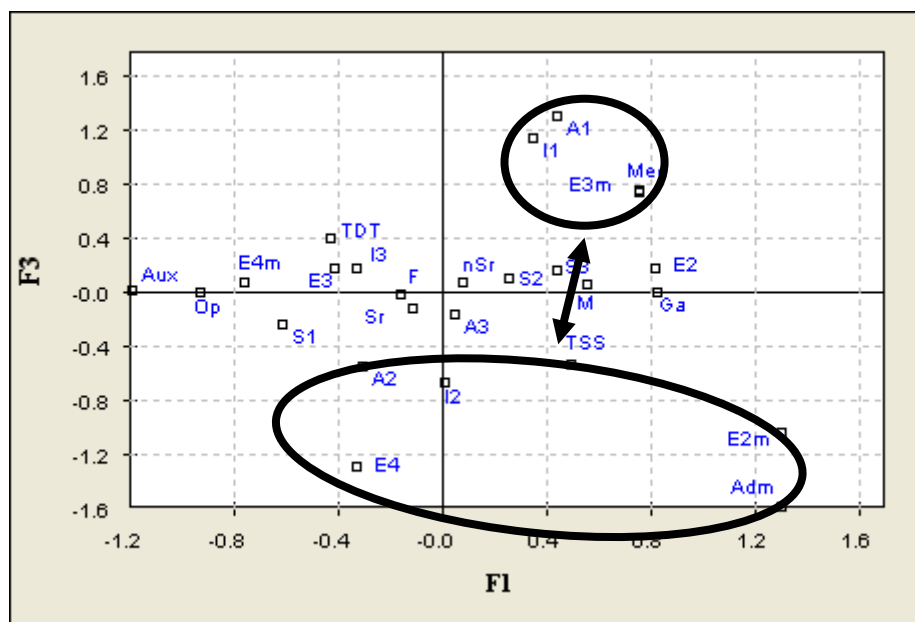


Figura 22. AFCB – Projecção das modalidades (Plano Factorial - 1, 3)

- Na figura 23, relativa ao plano factorial formado pelos factores F1 e F4, no quarto eixo factorial (F4), semi-eixo positivo, projectam-se, em forte associação positiva, as modalidades correspondentes à categoria profissional dos auxiliares (**Aux**), com poucos anos de serviço (**A1**), não sensíveis ao ruído (**nSr**) e que apresentam os níveis de desempenho intermédio (**S2**).

Ainda no eixo F4, no semi-eixo negativo, projectam-se, em forte correlação positiva, as modalidades correspondentes à sensibilidade ao ruído (**Sr**) e à categoria profissional dos técnicos de diagnóstico terapêutico (**TDT**) com o melhor nível de desempenho (**S3**) da variável *Score*. Os dois grupos de modalidades analisados de forma individual, encontram-se em oposição ao longo do eixo F4 indiciando uma forte correlação negativa entre eles.

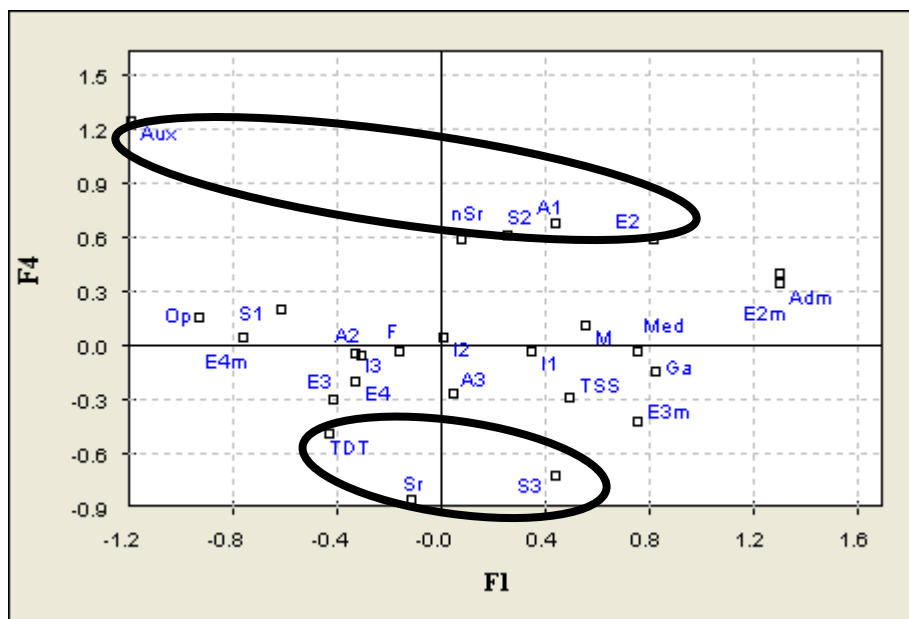


Figura 23. AFCB – Projecção das modalidades (Plano Factorial - 1, 4)

- Na figura 24, relativa ao plano factorial formado pelos factores F1 e F5, no quinto eixo factorial (F5), semi-eixo positivo, projectam-se, em forte associação positiva, as modalidades correspondentes às categorias profissionais dos médicos (**Med**) e administrativos (**Adm**), indicando uma percepção subjectiva face aos níveis de pressão sonora como desagradável (**E3**) e apresentando os níveis mais altos de desempenho (**S3**).

Ainda no eixo F5, no semi-eixo negativo, projectam-se, em forte correlação positiva, as modalidades correspondentes à categoria profissional dos técnicos superiores de saúde (**TSS**), com as modalidades que indicam uma percepção subjectiva dos níveis de pressão sonora como inaceitável (**E4**), mas efectivamente a um nível menos elevado de pressão sonora (**E3m**) e um nível intermédio de desempenho (**S2**) da variável *Score*. Os dois grupos de modalidades analisados de forma individual, encontram-se em oposição ao longo do eixo F5 indiciando uma forte correlação negativa entre eles.

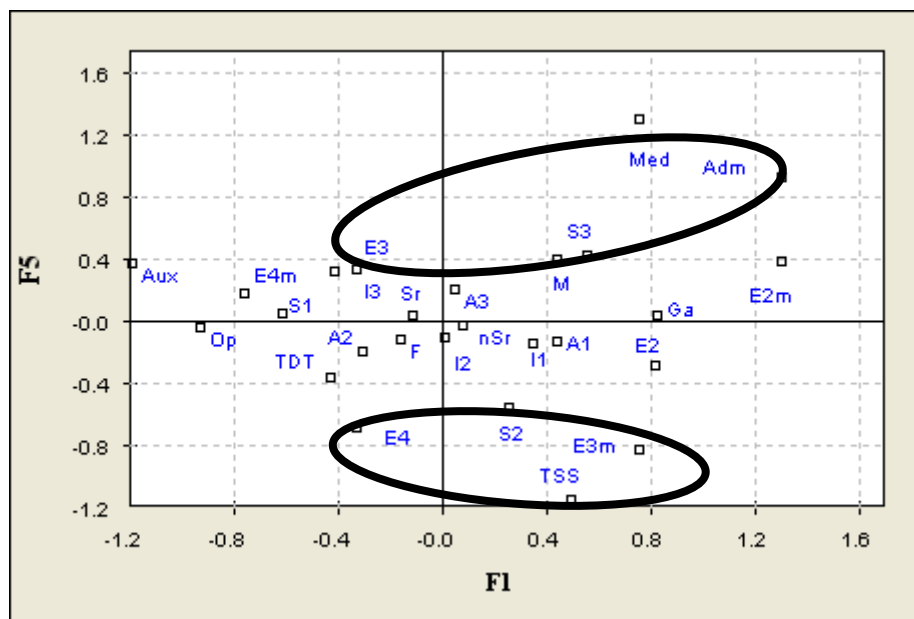


Figura 24. AFCB – Projecção das modalidades (Plano Factorial - 1, 5)

- A figura 25 traduz o efeito da dispersão da projecção dos indivíduos relativa ao plano factorial formado pelos factores F1 e F2. Não sendo possível identificar qualquer tipologia ou padrão de projecção.

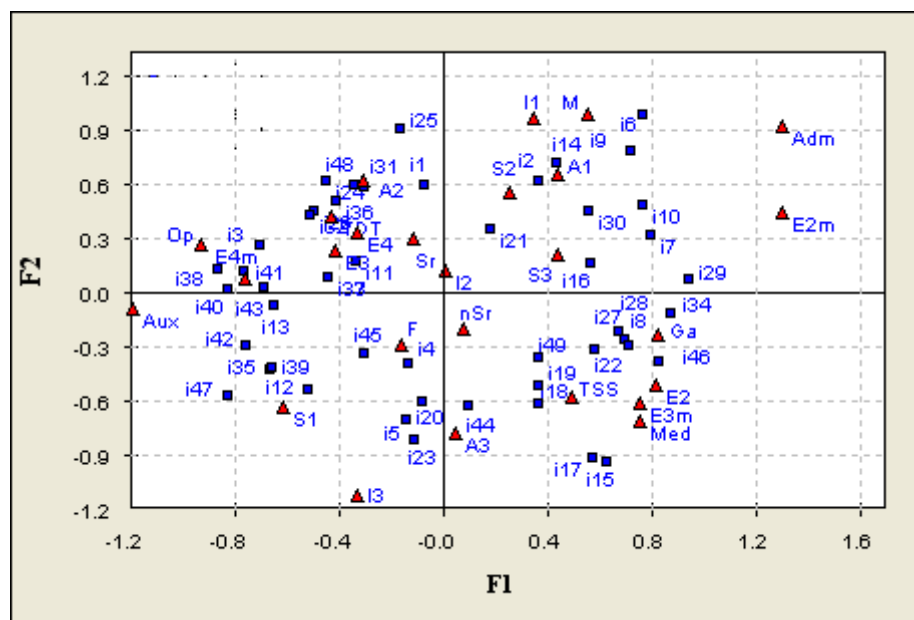


Figura 25. AFCB – Projecção dos indivíduos (Plano Factorial - 1, 2)

6 CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu a análise do impacto do ruído sobre o desempenho cognitivo dos profissionais de saúde, decorrente da exposição ao ruído ocupacional, em contexto hospitalar.

Face aos dados disponíveis, uma primeira conclusão, que emerge da análise e tratamento estatístico dos dados, remete-nos para uma clara separação entre os diferentes locais de trabalho, designadamente, gabinetes *versus open space*, e a forma como estes influenciam o desempenho (neste trabalho avaliado pela variável *Score*).

Paralelamente, constata-se a óbvia associação entre as características do local de trabalho (exposição e não exposição a ruído) e algumas das profissões analisadas.

Verifica-se uma forte correlação positiva entre os diferentes níveis de risco, associados aos níveis sonoros, segundo a metodologia EWA, e a respectiva avaliação subjectiva com o desempenho dos profissionais de saúde. Esta conclusão permite alguma uniformidade e homogeneidade das duas análises utilizadas.

Pode ainda afirmar-se que a idade e os anos de serviço são variáveis fortemente correlacionadas com o desempenho dos profissionais de saúde e com a sua percepção dos níveis sonoros.

Outro ponto importante deste trabalho reside na associação dos indivíduos sensíveis ao ruído com um melhor desempenho cognitivo.

Com base na informação disponível, foi possível identificar a influência conjunta da sensibilidade ao ruído e experiência profissional no indicador de desempenho. Esta constatação foi, particularmente, sentida na classe profissional dos TDT.

7 PERSPECTIVAS FUTURAS

Sugere-se a criação de um grupo de trabalho tendo em vista a elaboração de propostas de normas ou códigos de boas práticas sobre a exposição ao ruído, a níveis não suficientemente elevados para causar perdas auditivas, mas que possam estar na origem de efeitos extra-auditivos que comprometam o desempenho dos profissionais de saúde.

Destaca-se a pertinência da realização de novos estudos e a análise da componente psicossocial relativa à influência do ruído nos profissionais de saúde, permitindo aprofundar o estudo da percepção dos efeitos da exposição sonora no desempenho cognitivo daqueles profissionais.

A realização desses estudos poderá ser um factor determinante para a consciencialização e implementação de novas práticas, tendo em vista a reformulação da legislação em vigor, uma vez que a mesma só contempla os factores de risco associados às perdas auditivas.

Seria interessante propor um novo “desenho” de estudo, extensivo a outros serviços, com o objectivo de reduzir a variabilidade de comportamentos e caracterizar outros tipos de exposição ao ruído em ambiente hospitalar.

Uma monitorização ao longo do tempo, através de testes cognitivos, permitirá, também, observar mudanças no desempenho dos diferentes profissionais de saúde, o que constitui um importante factor na prevenção de outras afecções da saúde.

8 BIBLIOGRAFIA

Arezes, P., & Miguel, A. S. (2002). A exposição ocupacional ao ruído em Portugal. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 20.

Arezes, P. M. (2002). Percepção do risco de exposição ocupacional do ruído. *Tese de Dissertação de Doutoramento*: Universidade do Minho - Departamento de Produção e Sistemas.

Arezes, P. M., Silva, P. C., & Santos, S. M. (2009). *Cognitive impairment in administrative Workers due to noise exposure*, p. 111-114.

Barbosa, S. (2009). Ruído e desempenho cognitivo dos professores: Um estudo exploratório: Universidade do Minho.

Belojevic, G., Jakovljevic, B., & Slepcevic, V. (2003). Noise and mental performance: Personality attributes and noise sensitivity. *Noise & Health*, 6:21.

Belojevik, G., Ohrstrom, E., & Rylander, R. (1992). Effects of noise on mental performance with regard to subjective noise sensitivity., 64.

Bengtssona, J., Wayea, K., & Kjellberg, A. (2003). Evaluations of effects due to low-frequency noise in a low demanding work situation. *Journal of Sound and Vibration*, 278.

Benzécri, J. P. (1973). *L'Analyse des Données* (pp. 2 vols.). Paris: Dunod.

Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (1999). *Guidelines for community noise*. (44-47). Geneva: World health Organization.

Brain Aging Test Alzheimer's, Your Memory and Thinking Test: Check Your Memory and Thought Speed. (2008). *Cognitive Labs*. Retrieved from <http://cognitivelabs.com>

Braz, J. R. C. (1996). Risco profissional para anestesiologia. *Anestesiologia*, cap.1.

Burt, C. (1950). The factorial analysis of qualitative data.: *Journal of Statistical*.

Busch-Vishniac, I., West, J., Barnhill, C., Hunter, T., Orellana, D., & Chivukula, R. (2005). Noise levels in Johns Hopkins Hospital. *Journal of the Acoustical Society of America*, 118(6):3629–45.

Cabrera, I. N., & Lee, M. H. (2000). Reducing noise pollution in the hospital setting by establishing a department of sound: a survey of noise and music in health care. *Preventive Medicine*, 30, 339-345.

Campo, P., Maguin, K., Gabriel, S., Moller, A., Gómez, M., & Toppila, E. (2009). *Combined exposure to Noise and Ototoxic Substances*. Luxembourg.

Christensen, M. (2004). Do hospital personnel influence noise levels in an operating theatre and a postanaesthesia care unit? *Journal of Advanced Perioperative Care*, 2.

Coelho, D., Machado, S., & Joaquim, S. (2011). Delirium em Terapia Intensiva: Fatores de Risco e Fisiopatogenia. *Revista Portuguesa de Medicina Intensiva*, 18.

Costa, L. G. (2004). *Análise Ergonómica de postos de trabalho*: Universidade do Minho.

Crandell, C., & al, e. (1997). Pilot studies os speech communication in elementary school classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*., 101.

Drury, I., & Der, G. (2005). Reaction time explains IQ's association with death., 16.

Europe, O. (2005). Relatório do Observatório dos Riscos. *Revista FACTS*(Nº 57).

Europe, O. (2006). Relatório do Observatório dos Riscos. *Revista FACTS*(Nº 67).

Evans, G. W., & Maxwell, L. (1997). Chronic noise exposure and reading deficits: The mediating effects of language acquisition. *Environment and Behavior*, 29(Nº 5, p. 638-656).

Fass, R., Naliboff, B. D., Fass, S. S., Peleg, N., Wendel, C., Malagon, I. B., & Mayer, E. A. (2008). The effect of auditory stress on perception of intraesophageal acid in patients with gastroesophageal reflux disease. *Gastroenterology*, 134, 696–705.

Goines, L., & Hagler, L. (2007). Noise pollution: a modern plague. *Southern Medical Journal*, 100, 287-294.

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2006). Tratado de fisiologia humana. (Vol. 11ª Edição, cap. 52): Elsevier, Lda.

Hasfeldt, D., Laerkner, E., & Birkelund, R. (2010). Noise in the operating room - What do we know? A review of the literature. *American Society of PeriAnesthesia Nurses*, 25.

Holsbach, L. R., Couto, J. A., & Godoy, P. C. C. (2001). Avaliação dos níveis de ruído ocupacional em unidades de tratamento intensivo. Retrieved from

Job, R. F. (1999). *Reaction to combined noise sources: The roles of general and specific noise sensitivities*, 99.

Job, R. F. S. (1996). The influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise., 22.

Kahn, D. M., Cook, T. E., Carlisle, C. C., Nelson, D. L., Kramer, N. R., & Millman, R. P. (1998). Clinical investigations in critical care. *Identification and modification of environmental noise in an ICU setting*, 2.

Kishikawa, H., Matsui, T., Uchiyama, I., Miyakawa, M. H., K., & Stansfeld, A. (2006). *The development of Weinstein's Noise Sensitivity Scale.*, 8.

Kishikawa, H., Matsui, T., Uchiyama, I., Miyakawa, M. H., K., & Stansfeld, S. A. (2009). Noise sensitivity and subjective health: Questionnaire study conducted along trunk roads in Kusatsu, Japan. *Noise & Health*, 11.

Konkani, A., & Oakley, B. (2011). Noise in hospital intensive care units—a critical review of a critical topic.

Lawson, N., Thompson, K., Saunders, G., Saiz, J., Richardson, J., Brown, D., . . . Pope, D. (2010). Sound intensity and noise evaluation in a critical care unit. *American Journal of Critical Care Nurses*, 19.

Lebart, L. (1975). Validité des résultats en analyse des données (pp. pp. 1–157). Paris: Centre de Recherches et de Documentation sur la Consommation.

Liberman, M. C., & Mulroy, M. J. (1982). New perspective on noise-induced hearing loss. *Acute and chronic effects of acoustic trauma: cochlear pathology and auditory nerve pathophysiology*.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes., 22.

Ljungberg, K., & Neely, G. (2007). Stress, subjective experience and cognitive performance during exposure to noise and vibration., 27.

Luz, G. A. (2005). *Noise sensitivity rating of individuals*, August.

Miguel, A. S. (1992). Proteção auditiva individual em acidentes industriais. Universidade do Minho: Dissertação para Douturamento em Engenharia de Produção.

Miguel, S. A. (2010). *Manual de higiene e segurança do trabalho*. (Vol. cap. 9). Porto: Porto Editora.

Netter, F. H. (2007). *Atlas de anatomia humana*. (Vol. 4ª Edição): Elsevier, Lda.

Nordman, A. S., Bohne, B., & Harding, G. (2000). Histopathological differences between temporary and permanent threshold shift. *Hear. Res.*, 139.

Oliveira, C., & Arenas, G. (2012). *Exposição Ocupacional a Poluição Sonora em Anestesiologia*, 2.

Olivera, M., Rocha, L., Rotger, V., & Herrera, M. (2011). Acoustic pollution in hospital environments. *Journal of Physics: ConferenceSeries*, 332.

Orellana, D., Busch-Vishniac, I. J., & West, J. E. (2007). Noise in the adult emergency department of Johns Hopkins. *Journal Acoustical Society of America*, 121.

Otenio, M., Cremer, E., & Claro, E. (2007). Intensidade de ruído em hospital de 222 leitos na 18ª Regional de Saúde - PR. *Revista Brasileira Otorrinolaringologia*, 2.

Penney, P., & Earl, C. (2004). Occupational noise and effects on blood pressure: Exploring the relationship of hypertension and noise exposure in workers. *American Association of Occupational Health Nurses*, 11.

Pereira, A. (2009). Avaliação da exposição dos trabalhadores ao ruído (análise de casos). Universidade do Minho: Dissertação de Mestrado em Ciências do Ambiente.

Pereira, G. (1990). Análise de dados geológicos-mineiros. Lisboa: Instituto Superior Técnico.

Pereira, G., & Sousa, J. (1988). Análise de dados para tratamentos de quadros multidimensionais. Lisboa: Centro de Valorização de Recursos Minerais.

Pereira, R., Toledo, R., Amaral, J., & Guilherme, A. (2003). Quantificação e qualificação da exposição sonora ambiental em uma unidade de terapia intensiva geral. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 69.

Pope, D. (1995). Music, noise and the human voice in the nurse-patient environment. *the Journal of Nursing Scholarship*, 27.

Pope, D. (2010). Decibel levels and noise generators on four medical/surgical nursing units. (Vol. 19: 2463-2470): *Journal of Clinical Nursing*.

Pragay, D. A. (1981). Noise levels in Hospital laboratories. Are they a problem and can they be reduced? *Clinical Biochemistry*, 14, 157-158.

Pugh, R. J. (2007). The impact of noise in the intensive care unit. *Critical & Emergency Care*.

Robertson, D. (1983). Functional significance of dendritic swelling after loud sounds in the guinea pig cochlea. *Hear. Res.*, 9.

Salvi, R. J., Henderson, D., & Eddins, A. C. (1995). Effects of noise exposure on the auditory system. *Handbook of neurotoxicology*.

Santos, J., & Miguel, A. S. (2012). *Níveis sonoros em ambiente hospitalar - O caso das unidades de cuidados intensivos*.

Santos, M. (2012). *Ruído e saúde ocupacional: o que existe para além do óbvio*.

Shapiro, R., & Baland, T. (1972). Noise in the operating room. *The New England Journal of Medicine*, 287(p. 1236-1237).

Short, A., E., S., K. T., Holdgate, A., Ahern, N., & Morris, J. (2011). Noise levels in an Australian emergency department *Australian Emergency Nursing Journal* (Vol. 14:26-31).

Sloof, R., & Praag, M. (2010). The effect of noise in a performance measure on work motivation a real effort. *Labour Economics*.

Smith, A. (2003). The concept of noise sensitivity: Implications for noise control. *Noise & Health Journal*, 5.

Sousa, F. M. C. (2006). A influência do ruído na comunicação interpessoal (Vol. Tese de dissertação de mestrado.). Lisboa. Portugal: Universidade Aberta.

SPSHO. (2010). Desenvolvimento e avaliação de um guião para o diagnóstico das condições de segurança e saúde na administração local. Guimarães: Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacional.

Stansfeld, S. A. (1992). Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysical studies. *Psychology Medical, Monograph supplement*(p. 22).

Stansfeld, S. A., & Mathenson, M. P. (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. *Medicale Bulletin*, 68.

Suter, A. H. (2009). *The hearing conservation amendment: 25 years later.*, 11.

Sutter, A. (1994). *Comments on Occupational Noise to the OSHA Standards Planning Committee., Docket No. C-04.*

Tafalla, J., & Evans, W. (1997). Noise, physiology and human performance: the potencial role of effort., 2.

Teixeira, M. R. (2010). Estudo de variáveis ambientais e relação com o tempo de reacção no open-space da autarquia do Porto. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Topf, M. (2000). Hospital noise pollution: an environmental stress model to guide research and clinical interventions. *Journal of Advanced Nursing*, 3.

Vehid, S., Erginöz, E., Yurtseven, E., Çetin, E., Köksal, S., & Kaypmaz, A. (2011). Noise Level of Hospital Environment. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 4.

Vieira, C. (2009). Acidentes de trabalho em meio hospitalar e a sua relação com riscos profissionais. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Yearout, R., Kwiatkowski, C., Lisnerski, D., Sprague, K., & Davis, S. (1996). Continuous exposure to noisy work environments does affect preferred leisure noise levels. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 17.

ANEXOS

Anexo 1 – Questionário ao trabalhador

QUESTIONÁRIO AO TRABALHADOR

Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais



Género (M, F)		Idade	
Tempo de Serviço (anos)		Sector de Trabalho	
Categoria Profissional			

Classifique o ruído no seu local de trabalho	4 = Inaceitável	3 = Desagradável	2 = Aceitável	1 = Imperceptível
--	-----------------	------------------	---------------	-------------------

Coloque um círculo no número correspondente à sua resposta.

1. Actualmente, estou mais consciente acerca da influência do ruído.	Concordo	4	3	2	1	Discordo
2. Acordo facilmente quando ouço alguns ruídos.	Concordo	4	3	2	1	Discordo
3. Habituo-me à maior parte dos ruídos sem grande dificuldade.	Concordo	1	2	3	4	Discordo
4. Por vezes, os ruídos irritam-me profundamente.	Concordo	4	3	2	1	Discordo
5. Mesmo a música que, habitualmente, gosto de ouvir, incomoda-me, caso esteja a tentar concentrar-me.	Concordo	4	3	2	1	Discordo
6. Quando quero isolar-me, incomoda-me ouvir o ruído proveniente do exterior.	Concordo	4	3	2	1	Discordo
7. Tenho facilidade em concentrar-me, independentemente do que se esteja a passar à minha volta.	Concordo	1	2	3	4	Discordo
8. Por vezes, há momentos em que necessito de absoluto silêncio.	Concordo	4	3	2	1	Discordo
9. Parece-me muito difícil conseguir relaxar-me num local ruidoso.	Concordo	4	3	2	1	Discordo
10. Sou sensível ao ruído.	Concordo	4	3	2	1	Discordo

Muito obrigado pela sua colaboração.

Hugo Pinto

Anexo 2 – Tabela de caracterização da amostra

Variáveis	Modalidades	Código	Freq. Absoluta	Freq. Relativa (%)
Característica do Local de Trabalho	<i>Open Space</i>	Op	23	46.9
	Gabinete	Ga	26	53.1
Categoria Profissional	Auxiliar	Aux	8	16.3
	Médico	Med	8	16.3
	Técnico Diag. Terapêutico	TDT	18	36.7
	Técnico Superior de Saúde	TSS	10	20.4
	Administrativo	Adm	5	10.2
Idade	Menor do que 35	I1	12	24.5
	Entre 35 e 50	I2	24	49.0
	Maior do que 50	I3	13	26.5
Género	Masculino	M	11	22.4
	Feminino	F	38	77.6
Anos de Serviço	Menos que 10	A1	10	20.4
	Entre 10 e 20	A2	17	34.7
	Mais do que 20	A3	22	44.9
Ergonomic Workplace Analysis ⁽¹⁾ medido	Entre 45 e 55 dB(A)	E2m	10	20.4
	Entre 55 e 65 dB(A)	E3m	11	22.4
	Superior a 65 dB(A)	E4m	28	57.1
Ergonomic Workplace Analysis ⁽¹⁾	Aceitável	E2	16	32.7
	Desagradável	E3	27	55.1
	Inaceitável	E4	6	12.2
Testes de desempenho cognitivo	Menos do que 40	S1	18	36.7
	Entre 40 e 55	S2	14	28.6
	Mais do que 55	S3	17	34.7
Sensibilidade ao ruído	Não sensível ao ruído	nSr	29	59.2
	Sensível ao ruído	Sr	20	40.8

⁽¹⁾ A modalidade E1m e E1 (< 45 dB(A) e Imperceptível, respectivamente) não registou, neste estudo, qualquer ocorrência.

Anexo 3 – Tabela de variância explicativa atribuída a cada eixo na AFCB

↓ Eixos factoriais	Valor próprio	% Exp	% Acum
1	0.33	17.44	17.44
2	0.25	13.38	30.82
3	0.23	12.37	43.19
4	0.18	9.27	52.46
5	0.15	7.80	60.26
6	0.12	6.55	66.81